



Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels : application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain

Pierre Féniès

► To cite this version:

Pierre Féniès. Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels : application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain. Ingénierie, finance et science [cs.CE]. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2006. Français. NNT : 2006CLF21703 . tel-00717428

HAL Id: tel-00717428

<https://theses.hal.science/tel-00717428>

Submitted on 12 Jul 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Blaise Pascal - Clermont II
Ecole Doctorale Sciences pour l'Ingénieur de Clermont-Ferrand

Thèse

Présentée par

Pierre Féniès

Pour obtenir le grade de Docteur d'Université
Spécialité Informatique

Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels : application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain

Soutenue publiquement le 5 décembre 2006 devant le jury :

Directeur de Thèse

Michel Gourgand

Professeur, Université Blaise Pascal.

Rapporteurs

Nathalie Fabbe-Costes

Jean Marie Pinon

Alain Spalanzani

Professeur, Université de la Méditerranée - Aix-Marseille II.

Professeur, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.

Professeur, Université Pierre Mendès-France - Grenoble II.

Examineurs

Michelle Chabrol

Pierre Ladet

Alain Quilliot

Nikolay Tchernev

Maître de Conférences, Université Blaise Pascal.

Professeur, Institut National Polytechnique de Grenoble.

Professeur, Université Blaise Pascal.

Maître de Conférences, Université d'Auvergne.

A Paul, qui n'a que l'age de ce document...

Remerciements

Lorsque l'on écrit ces lignes, c'est que, malheureusement et heureusement, une belle page se tourne.

Mes premiers remerciements vont à Nikolay Tchernev, sans qui je n'aurais jamais commencé ces travaux, mais aussi à Michelle Chabrol et Michel Gourgand sans qui je ne les aurais sans doute jamais terminés. L'encadrement de qualité que tous trois m'ont prodigué, comme leurs encouragements permanents (Je me rappellerai toute ma vie ces dimanches où Michel et Nikolay sont venus m'encourager dans la fin de la rédaction de mon manuscrit) ont permis d'aboutir à ce document et m'ont donné l'envie de continuer dans le monde de la Recherche.

Je remercie Madame le Professeur Fabbe-Costes, rapporteur de ma thèse pour ses précieux conseils et ses remarques avisées qui ont amélioré la lisibilité de mes travaux. Je remercie également Messieurs les Professeurs Pinon et Spalanzani d'avoir accepté de rapporter sur mon travail doctoral : leurs pertinentes questions m'ont ouvert de nouvelles pistes de recherches.

Je voudrais également remercier Mr le Professeur Pierre Ladet pour avoir accepté de présider le jury de ma thèse.

Mes remerciements vont aussi à Mr le Professeur Quilliot pour m'avoir accueilli dans son laboratoire.

Je remercie Mr le Professeur Chenevoy pour m'avoir permis de mettre en pratique dans mes cours de master 2 de l'IUP une partie des principes développés dans ma thèse, mais aussi pour sa compréhension dans les derniers moments relatifs à la rédaction de ce manuscrit .

Je remercie David S., et Sylvain pour avoir accepté l'organisation particulière que j'ai mise en œuvre dans le bureau que nous avons partagé.

Je remercie Sophie, Julie et Jeanne-Marie pour les relectures acharnées et actives de ce manuscrit.

Je remercie Mickael, David L, Olivier et tous ceux qui ont du supporter ma mauvaise humeur et mon stress pendant mon travail.

Je n'oublie pas Philippe, qui pense aux cafés comme au confort des thésards...

J'ai passé quatre années difficiles (pour la charge de travail), mais aussi tellement enrichissantes et passionnantes dans l'équipe Modélisation et Aide à la décision du LIMOS, que je voudrais remercier chaque membre de l'équipe (Alain, Sylvie, Nathalie, Patrice, Fateh, Ahmad, Sylverin, Anthony, Laurent... et tous ceux que j'oublie).

Les arrangements de tous les jours et la bonne humeur que Béatrice et Rose apportent dans le laboratoire ont vraiment facilité la rédaction de cette thèse : je les en remercie toutes les deux.

Je remercie ma grand mère de Fleurance, qui m'a inculqué l'envie de bien travailler.

Mes derniers, mais aussi mes plus affectueux remerciements vont à ma femme qui a beaucoup supporté : absences répétées, mauvaise humeur lors de mes rares moments de présence, fatigues, vacances à la maison... Que ces quelques lignes me permettent de lui exprimer ma profonde reconnaissance pour ses encouragements permanents reçus tout au long de ces quatre années.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	9
CHAPITRE 1 ETUDE DU DOMAINE : DES SUPPLY CHAINS AUX ENJEUX DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	17
1. INTRODUCTION.....	18
2 RADIOGRAPHIE DES SUPPLY CHAINS	18
3. LE CARACTERE TRANSDISCIPLINAIRE DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	30
4. AIDE A LA DECISION DANS UN CONTEXTE DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	35
5 LES OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LA SUPPLY CHAIN	49
6. CONCLUSION.....	55
CHAPITRE 2 METHODES ET OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT : ANALYSE DE L'EXISTANT.	59
1. INTRODUCTION.....	60
2. METHODES ET OUTILS DE BPM POUR RECUEILLIR, FORMALISER ET SPECIFIER LES PROCESSUS DE LA SUPPLY CHAIN.....	62
3. OUTILS ET METHODES DU SUPPLY CHAIN COSTING POUR L'EVALUATION DES PERFORMANCES	72
4. SIMULATION ET OPTIMISATION DES PROCESSUS EN CONTEXTE SCM.....	85
5. STRUCTURATION DE L'INFORMATION DECISIONNELLE EN CONTEXTE SCM.....	93
6. ENVIRONNEMENTS DE MODELISATION POUR LA SUPPLY CHAIN.....	95
7. CONCLUSION.....	97
CHAPITRE 3 PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION.	103
1. INTRODUCTION.....	104
2. LE COMPOSANT METHODOLOGIQUE ASCI POUR CONCEVOIR UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION POUR L'AIDE A LA DECISION.....	105
3. UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION PAR PROCESSUS MULTIPLES ET INCREMENTIELS.....	114
4. LA MODELISATION DU DOMAINE.....	120
5. LE PROCESSUS DE MODELISATION D'UN SYSTEME DU DOMAINE	129
6. CONCLUSION.....	139

CHAPITRE 4 APPLICATION DE LA METHODOLOGIE DE MODELISATION AU DOMAINE DES SUPPLY CHAIN POUR LA CONSTITUTION DE SUITES LOGICIELLES DE TYPE ADVANCED BUDGETING AND SCHEDULING.....	141
1. INTRODUCTION.....	143
2. APPROCHE SYSTEMIQUE D'UNE SUPPLY CHAIN.....	144
3. ANALYSE ET SPECIFICATION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	148
4. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES GENERIQUES D'ACTION POUR L'EVALUATION DU PROCESSUS LOGISTIQUE POUR LE SCM : L'APPROCHE PREVA.....	163
5. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES D'OPTIMISATION POUR LE PROCESSUS LOGISTIQUE DE LA SUPPLY CHAIN.....	174
6. SYNTHESE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA METHODOLOGIE DE MODELISATION POUR LA CONCEPTION ET L'IMPLANTATION DE MODELES D'ACTION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	177
7. LES CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT ASCI-SC POUR LA CONSTRUCTION D'UNE SUITE LOGICIELLE DE TYPE ABS.....	178
CONCLUSION	183
 CHAPITRE 5 MISE EN OEUVRE DE L'ENVIRONNEMENT ASCI-SC.....	187
1. INTRODUCTION.....	188
2. SYNTHESE DE LA METHODOLOGIE ET DU PROCESSUS DE MODELISATION D'UNE SUPPLY CHAIN.....	189
3. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR UNE SUPPLY CHAIN INDUSTRIELLE	190
4. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR LA SUPPLY CHAIN HOSPITALIERE DU NOUVEL HOPITAL ESTAING	212
5. CONCLUSION DU CHAPITRE.....	229
CONCLUSION GENERALE	231
BIBLIOGRAPHIE	241
ANNEXES.....	263
TABLE DES FIGURES	329
TABLE DES TABLEAUX ET ALGORITHMES.....	335

Introduction Générale

Si les acteurs des entreprises sont habitués à un travail coopératif, s'il est évident que la collaboration entre les organisations est devenue une nécessité pour que les firmes s'adaptent à leur marché et aux besoins de leur clients, le décloisonnement des domaines scientifiques est sans doute encore une chimère dans l'esprit de beaucoup. Une des volontés de ce travail est de prouver que la production d'objets de recherche valides dans deux mondes et deux communautés scientifiques différentes, en l'occurrence celle du management et celle de l'optimisation, est possible. Aussi, pour introduire nos travaux sans pour autant tomber dans le piège du politiquement correct, nous n'avons référencé aucun auteur dans ces premières pages. Les chapitres suivants compenseront cette carence. Ces premiers propos, parfois simplificateurs ou réducteurs correspondent simplement à la manière dont nous avons approché les domaines et les problèmes que nous avons traités dans ce document. Le lecteur averti trouvera sans aucune difficulté les filiations à l'origine de nos premiers développements.

Ainsi, cette introduction cherche à présenter le sujet que nous traitons et les domaines sur lesquels il porte. Quatre thèmes permettant au lecteur d'aborder le travail présenté dans cette thèse structurent cette introduction. Nous traiterons d'abord du contexte sur lesquels portent ces travaux, avant de présenter les questions de recherche de ce document. La troisième partie de cette introduction présente les choix épistémologiques retenus et leurs implications sur l'enchaînement de nos travaux. La quatrième partie donne le plan d'ensemble de ce document.

Contexte des travaux de recherche : l'aide à la décision pour la logistique

Ces travaux de recherche, effectués dans le cadre de l'équipe Modélisation et Aide à la Décision pour la LOGistique (MAD-LOG) du Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS) de Clermont-Ferrand, portent tout naturellement sur des problèmes d'aide à la décision pour un système logistique. Notre intérêt s'est porté sur les systèmes logistiques de la classe des Supply Chains. Plusieurs raisons expliquent ce choix :

- ◆ le premier provient du domaine dans lequel porte l'activité de l'équipe de recherche MAD-LOG, l'aide à la décision pour la logistique ;
- ◆ le deuxième provient de notre champ de compétences d'origine, puisque nos travaux de recherches de DEA portaient sur les conséquences de la déréglementation du marché de l'électricité sur la Supply Chain d'EDF.

Le fait de définir la Supply Chain comme notre objet de recherche, compte tenu de ses similitudes (mais aussi de ses différences !) avec la notion de filière économique avait un côté rassurant et nous donnait l'impression de ne pas partir à l'aveugle dans le monde de l'aide à la décision. Pendant un temps nous avons eu envie d'analyser la Supply Chain sous l'angle de la théorie des jeux et de la théorie de l'agence en se focalisant sur les comportements Gagnants/Gagnants que sous entendent ce type d'organisation des activités. Très vite, cependant, nous nous sommes affranchis de ces notions descriptives issues de l'économie industrielle (sans pour autant les oublier) pour essayer de lier Supply Chain et Aide à la décision. En effet, un courant, dont les thèmes multidisciplinaires regroupant l'informatique, le management et l'ingénierie logistique, avait débouché sur un nouveau domaine de recherche intitulé " Supply Chain Management" (SCM). Comme ce courant est multidisciplinaire, il est tout à fait normal que des travaux se rattachent au SCM dans chacune des disciplines sur lesquelles s'appuie ce dernier. Il est plus rare que des travaux cherchent à s'inscrire simultanément dans plusieurs disciplines dans le giron du SCM. Nous avons alors considéré que nous devions nous situer sur deux thèmes très larges du SCM, qui sont traités chacun de manière bien différente dans le cadre des Sciences de Gestion et dans le cadre des Sciences pour l'Ingénieur. Ces deux thèmes sont d'une part la logistique et d'autre part l'aide à la décision.

Si nous considérons (toute tentative de classification est bien entendue réductrice et discutable) que la logistique en tant que discipline de recherche est divisée en deux parties qui sont, d'une part, l'ingénierie logistique, et d'autre part, le management logistique tandis que l'aide à la décision pour l'entreprise concerne d'un côté les méthodes et concepts provenant du contrôle de gestion et de l'autre les modèles et méthodes de la recherche opérationnelle, nous obtenons alors une carte permettant de positionner les deux domaines académiques dans lesquels nous souhaitons valider nos travaux de recherche. La figure 1 présente ainsi cette carte, qui nous en convenons, bien que simplificatrice (caricaturale ?), permet de comprendre notre cheminement. Plusieurs territoires apparaissent :

- ◆ le premier, issu du croisement des thèmes du contrôle de gestion avec le management logistique constitue clairement un territoire qui appartient au monde des Sciences de Gestion ;
- ◆ le deuxième, issu du croisement des thèmes de la recherche opérationnelle avec ceux de l'ingénierie logistique constitue un autre territoire sur lequel campe le monde des Sciences pour l'Ingénieur ;

- ♦ le troisième, issu du croisement du champ de l'ingénierie logistique avec celui du contrôle de gestion, et le quatrième, issu du croisement du management logistique avec celui de la recherche opérationnelle constituent deux territoires dont l'appartenance n'est clairement revendiquée par aucun domaine académique.

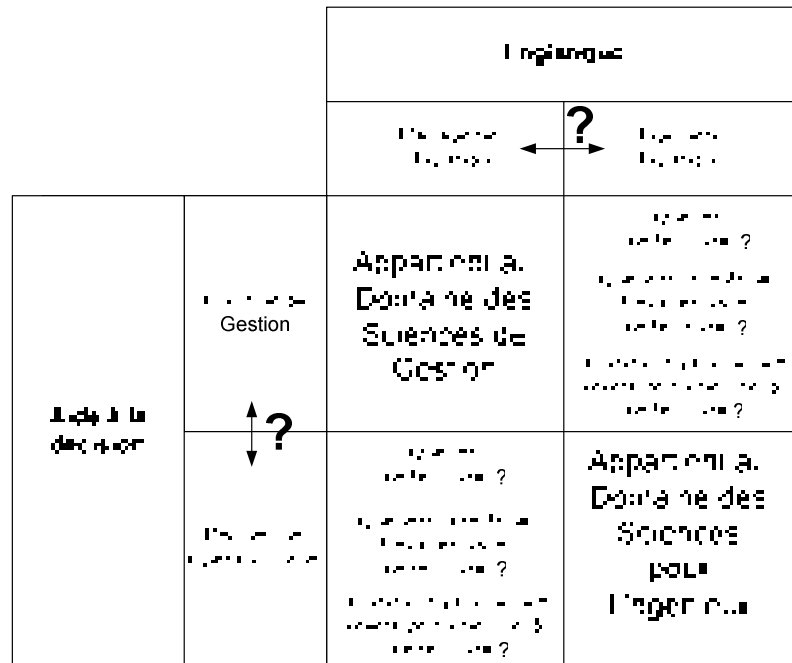


Figure 1. Positionnement des domaines académiques dans le cadre de l'aide à la décision pour la logistique.

Plusieurs questions viennent dès lors à l'esprit. Les territoires que nous avons identifiés, et qui nous semblent abandonnés constituent-ils un domaine d'intérêt ? S'ils constituent des territoires libres et intéressants, comment peut-on y produire et valoriser des objets de recherche ?

Quelques éléments de réponses sont donnés par le monde de l'entreprise dont les problèmes présentent des exemples de thèmes dont on retrouve des éléments dans la littérature des deux domaines. Par exemple, la mise en place de tableaux de bord décisionnels (applications de Business Intelligence) dans le domaine logistique présente un champ intéressant, puisque des travaux issus du Supply Chain Costing caractérisent les axes de performance d'une application décisionnelle, tandis que les travaux sur l'interopérabilité dans la Supply Chain expliquent comment l'implanter. Comment valider des travaux de recherche qui chercheraient à la fois à caractériser les axes de performance d'une application décisionnelle et à implanter cette dernière dans la Supply Chain ?

Le contexte de nos travaux, qui se déroule dans le cadre de l'aide à la décision pour la logistique, amène directement plusieurs questions de recherche que nous présentons dans la section suivante.

Les questions de recherche

Bien que le contexte de cette thèse s'effectue dans un cadre pluridisciplinaire, et que son objet porte sur l'aide à la décision pour le SCM, les questions que nous cherchons à soulever sont finalement fort simples. Une Supply Chain, dans son acceptation la plus neutre, est un système logistique constitué d'entreprises (fournisseurs, distributeurs, industriels...) qui cherchent à satisfaire collectivement au mieux la demande du client final (au sens de l'ingénierie logistique, satisfaire la demande signifie que le client final recevra le produit, la commande ou le service désiré, au bon endroit, au bon moment et avec la bonne quantité...). Une des premières questions qui vient à l'esprit est de se demander l'intérêt que l'on peut avoir à concevoir des applications logicielles d'aide à la décision pour ce type d'organisation. La réponse vient du terrain. Plusieurs éditeurs commercialisent et rentabilisent largement ce genre d'applications décisionnelles, en permettant aux acteurs de la Supply Chain de collaborer plus efficacement, en permettant l'échange de prévisions et en diffusant des états d'aide à la décision sous la forme de planning collaboratifs. Ces logiciels, connus sous le vocable d'APS (Advanced Planning and Scheduling ou Advanced Planning System) permettent aux acteurs de la Supply Chain de choisir le planning de fabrication, de distribution, de transport...qui satisfera au mieux la demande du client final.

La plupart des manuels de logistique sont formels : un système logistique est traversé par trois types de flux (au moins) : le flux physique (biens et services), le flux d'information, et le flux financier. Les logiciels de type APS permettent, grâce au flux de données traitées par le système d'information (territoire des informaticiens), d'optimiser ou

d'évaluer le flux de biens et services (territoire des logisticiens), mais ignore dans l'aide à la décision le flux financier (territoire des gestionnaires).

Notre première question de recherche prend ses racines dans ce constat, et est la suivante :

Q1. En quoi l'intégration du flux financier dans les suites logicielles décisionnelles de type APS est-il créateur de facteurs clés de succès pour les acteurs du Supply Chain Management ?

Notre deuxième question de recherche découle directement de cette première question : si l'intérêt d'intégrer la planification et la budgétisation des flux à l'aide des techniques d'aide à la décision dans un APS s'avère fondé, la question de la nature du modèle (modèles de coût, ou Cost Management System) issu du contrôle de gestion qui doit être implantée pour évaluer ou optimiser le flux financier en vue de fournir un budget des activités (qui, d'un point de vue d'ingénieur, correspond au planning du flux financier) n'est pas évidente.

Dès lors, notre deuxième question de recherche est la suivante :

Q2. Quel type de modèle(s) doit-on implanter dans les suites logicielles de type APS pour piloter les flux financiers dans la Supply Chain ?

Si l'intérêt d'intégrer le flux financier dans les suites logicielles décisionnelles pour la Supply Chain s'avère fondé, si la nature des modèles à implanter est définie, reste alors la question du comment. Définir la manière d'analyser la Supply Chain, de spécifier les comportements des flux et des règles de gestion, de concevoir et d'implanter des suites décisionnelles pour la Supply Chain intégrant une vue financière suppose de travailler sur un ensemble de méthodes et d'outils susceptibles de générer des composants conceptuels et logiciels réutilisables en contexte de SCM. Dès lors, notre troisième question de recherche est la suivante :

Q3. Comment intégrer le flux financier dans les suites logicielles de type APS ?

La dernière question, qui n'est pas la plus facile pose la question de l'usage que feront les acteurs de la Supply Chain d'une telle suite décisionnelle.

Q4. Comment utiliser et améliorer une suite logicielle décisionnelle globale pour le SCM et les modèles associés ?

La figure 2 positionne ces 4 questions relativement aux 4 territoires que nous avons identifiés au préalable.

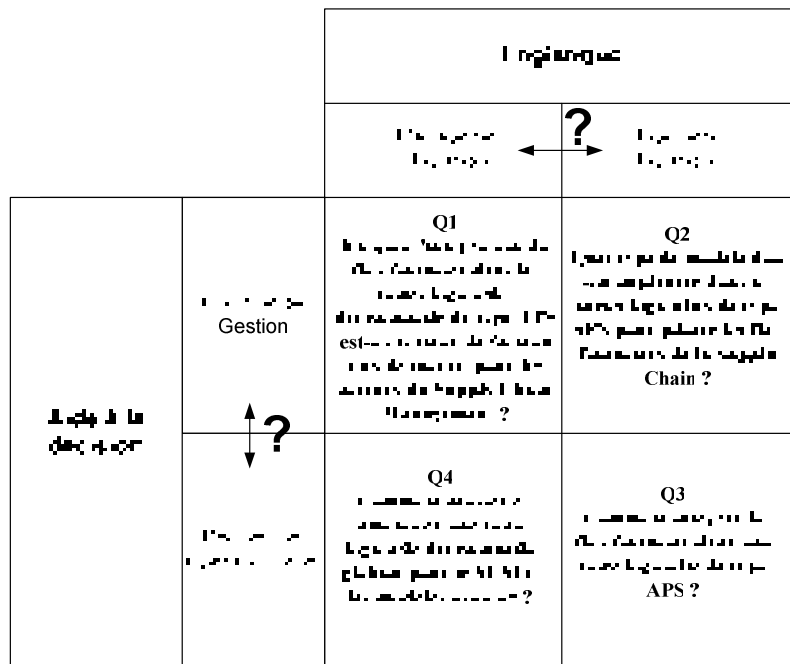


Figure 2. Positionnement des questions de recherches.

L'ensemble des travaux de ce document essaie de répondre à ces différentes questions.

Choix épistémologiques et déroulement de nos travaux

Définir la nature épistémologique d'un travail de recherche est une question souvent sous-entendue dans le domaine des Sciences pour l'Ingénieur. Inversement, compte tenu de la nature plurielle des recherches menées dans le cadre des Sciences de Gestion, ce point est un passage obligé pour comprendre la nature des objets de recherches produits. Le déroulement temporel des travaux de recherche menés dans le cadre de ce travail doctoral est révélateur d'un positionnement qualifié de post-positiviste, à l'instar des travaux de recherche menés dans l'équipe MAD-LOG. Ce positionnement méthodologique post-positiviste conduit à supposer que le comportement des acteurs des systèmes modélisés est probabiliste ou tout du moins probabilisable. Un travail long de remise à niveau sur les méthodes de spécification et les outils d'aide à la décision nous a été nécessaire pour comprendre la spécificité de l'approche MAD-LOG par rapport aux autres approches de modélisation existantes. C'est donc de manière délibérée, et après une confrontation de l'existant réalisé dans d'autres équipes que nous avons choisi de nous inscrire dans une continuité "critique" des travaux de l'équipe MAD-LOG. (A cet égard, les conclusions du chapitre 2 montrent que nous aurions pu choisir d'autres options que celles défendues dans ce document).

La démarche de notre thèse implique les étapes suivantes :

1) l'analyse de la littérature et du contenu des logiciels d'aide à la décision pour le SCM permet de faire émerger des insuffisances dans les méthodes, outils et modèles pour l'aide à la décision en contexte de SCM. L'objet des deux premiers chapitres est de montrer que les systèmes de type Supply Chain et les problèmes d'aide à la décision présentent une double complexité susceptible de rentrer dans les sujets traités dans l'équipe MAD-LOG. Il s'agira, dans un premier temps de cerner et de s'approprier le concept de Supply Chain, le domaine de recherche associé, pour montrer que ce type de système présente une complexité systémique forte et nécessite donc un travail de modélisation des flux, de la structure et des règles de décision. Il s'agira, dans un deuxième temps de présenter les méthodes et outils d'aide à la décision en contexte de SCM et de montrer que ces problèmes présentent une complexité algorithmique suffisante pour justifier des travaux de recherche. L'objet du premier chapitre est donc de montrer que les Supply Chains sont des systèmes complexes et qu'un environnement de modélisation est nécessaire pour pouvoir traiter complexité systémique et complexité algorithmique dans le cadre de l'aide à la décision. Le deuxième chapitre traite des environnements de modélisation existants (un environnement de modélisation correspond à la notion d'atelier logiciel) et analyse l'état de chaque composant nécessaire à un environnement de modélisation pour le SCM. A la vue de cet état de l'art, des besoins méthodologiques, comme conceptuels ou opérationnels sont constatés.

2) Ces besoins nous conduisent à faire des hypothèses puis à formuler des propositions qui se matérialiseront à plusieurs niveaux :

- ◆ le premier niveau d'insuffisances concerne la nature pluridisciplinaire du SCM. Ainsi, la nécessité de travailler en contexte pluridisciplinaire dans le cadre du SCM nous conduit à proposer un composant méthodologique générique permettant de produire des objets de recherche transdisciplinaires ; ce composant méthodologique est utilisé pour concevoir une méthodologie permettant d'évaluer les processus organisationnels grâce à des outils d'aide à la décision. Cette méthodologie de modélisation, qui constitue un mode d'emploi permettant de créer et d'utiliser un environnement de modélisation doit être transdisciplinaire. L'utilisation de la méthodologie pour produire des objets de recherche pour l'aide à la décision logistique nous permettra de valider ou de réfuter notre approche.
- ◆ le deuxième niveau d'insuffisances concerne l'absence de la prise en compte des flux financiers dans les modèles d'aide à la décision en contexte de SCM. La méthodologie que nous avons proposée nous permet de concevoir des modèles intégrant les flux financiers et des concepts de modélisation pour l'aide à la décision. Ces modèles, méthodes et concepts sont regroupés sous la forme d'un environnement logiciel de modélisation. L'instanciation de notre environnement de modélisation sur deux Supply Chain (une Supply Chain industrielle et une Supply Chain hospitalière) nous permettra de valider ou de réfuter les objets de recherche (modèles d'aide à la décision, environnement de modélisation ...) que nous avons créés à l'aide de la méthodologie.

3) Les résultats attendus de nos travaux concernent la validation de l'environnement de modélisation proposé et de la méthodologie associée. Nous cherchons également à montrer la pertinence de notre approche d'intégration des flux physiques et financiers pour l'action logistique.

4) La mise en perspective des résultats de notre étude nous permet de dégager les pistes de réflexions quant aux implications managériales comme théoriques de nos travaux.

La figure 3 reprend le déroulement de nos travaux, et montre comment chacun des chapitres qui structurent notre document s'insère dans la posture épistémologique choisie.

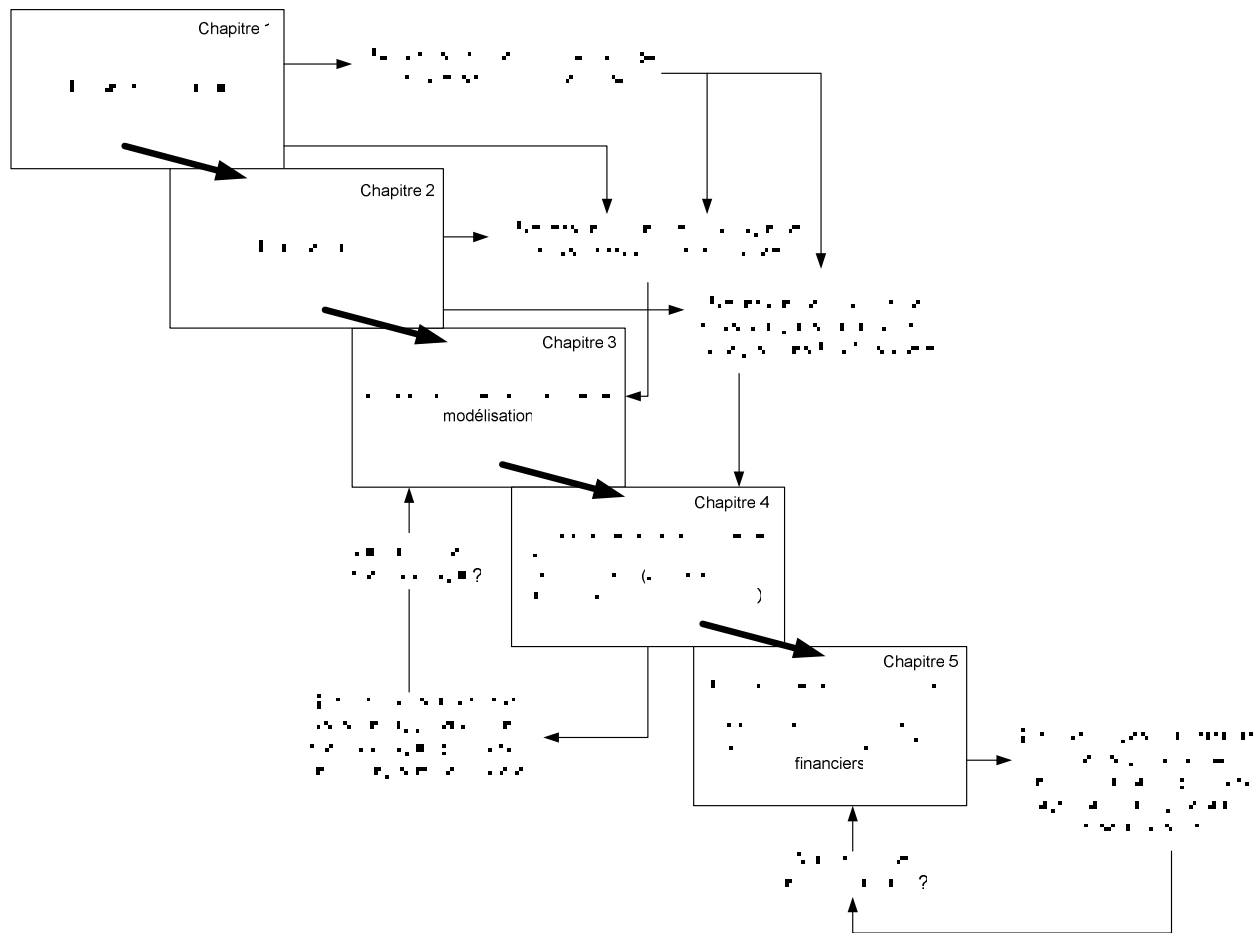


Figure 3. Démarche de validation en double boucle et enchaînement de nos travaux.

Tout au long de ce manuscrit, nous illustrons nos propos d'exemples concrets. Nous considérons qu'une Supply Chain est un système producteur de biens et services, même si beaucoup d'exemples que nous prenons pour illustrer nos propos (notamment dans le premier chapitre) sont issus de la logistique industrielle. Les concepts et apports que nous proposons dans ce manuscrit concernent aussi bien les activités industrielles que les activités productrices de services.

Structure du mémoire

Ce mémoire est structuré en cinq chapitres.

Le chapitre 1 situe le domaine de l'étude. Nous analysons tout d'abord la notion de Supply Chain dans la littérature, puis examinons sa structuration. Nous étudions le rôle et la place des flux physiques, financiers et d'information à l'intérieur de ce système logistique. Compte tenu de son caractère polysémique, nous déterminons une base d'acceptation de l'objet Supply Chain pour la suite de nos développements. Nous identifions également les principales approches s'intégrant dans les courants de recherche du SCM tout en montrant les aspects transdisciplinaires des travaux de synthèse sur le SCM. Un des courants principaux du SCM concerne l'aide à la décision : compte tenu de nos questions de recherche, nous analysons les différents problèmes et les différents outils logiciels issus de la recherche opérationnelle et utilisables en contexte SCM. Ce chapitre montre que la complexité systémique et complexité algorithmique sont au cœur du SCM. Ce chapitre conclut sur l'intérêt d'intégrer l'évaluation des performances du flux financier dans les outils du SCM et montre la nécessité de recourir à un environnement de modélisation.

Le deuxième chapitre présente les efforts de différentes communautés scientifiques pour répondre à notre problème de conception d'un environnement de modélisation pour le SCM intégrant le flux financier. Nous nous intéressons tout d'abord aux méthodes permettant l'analyse et la spécification des processus dans une Supply Chain. Nous montrons que ces méthodes d'analyse et de spécification permettent de produire un modèle de connaissance qui constitue une cartographie des processus. Ce modèle de connaissance d'un système est utilisable pour concevoir le système d'information, les modèles de coûts et les outils d'aide à la décision de la recherche opérationnelle. Nous nous intéressons également aux modèles d'aide à la décision issus du Supply Chain costing (courant se focalisant sur l'extension des approches de contrôle de gestion sur la Supply Chain). Nous proposons une grille d'analyse des modèles

d'aide à la décision de la recherche opérationnelle pour déterminer si les préconisations du Supply Chain costing sont implantées. Nous constatons que les approches décisionnelles tactiques et opérationnelles dans les modèles d'aide à la décision sont particulièrement pauvres relativement à la prise en compte du flux financier. Nous montrons également que les environnements de modélisation existants dans le domaine de l'aide à la décision sont incomplets et ne peuvent pas être utilisés en l'état pour implanter une suite logicielle décisionnelle intégrant les flux financiers pour l'aide à la décision. Nous concluons ce chapitre en présentant les insuffisances de la littérature relativement à notre problématique de conception d'un outil décisionnel intégrant les flux financiers pour le SCM.

Les deux premiers chapitres nous permettent de dégager les points importants associés aux études de modélisation sur les systèmes de la classe des Supply Chains. Ces deux chapitres montrent la nécessité de proposer un composant méthodologique transdisciplinaire et multi domaines pour l'aide à la décision. Nous montrons également que les outils du Supply Chain costing ne permettent pas de discrétiser les flux monétaires en ne prenant pas en compte la dimension temporelle (délais de paiement) et qu'il est donc nécessaire de proposer une approche permettant d'expliquer la formation de ces flux dans le contexte de l'aide à la décision. Tout en constatant que les approches actuelles de la recherche opérationnelle n'intègrent pas les principes du Supply Chain costing (qui nous semblent en eux-mêmes insuffisants) dans l'aide à la décision, nous montrons la nécessité de proposer une formalisation générique des flux financiers adaptable sur un modèle d'aide à la décision.

Dans le troisième chapitre, nous proposons un composant méthodologique issu d'ASCI (Analyse, Spécification, Conception et Implantation) pour la production d'objet de recherches transdisciplinaires pour l'aide à la décision. Nous proposons l'intégration d'un *paradigme générique* dans la méthodologie de modélisation pour permettre la collaboration entre plusieurs domaines de recherche. Ce composant est utilisé pour concevoir une méthodologie permettant d'évaluer les processus organisationnels à l'aide d'outils d'aide à la décision. Cette méthodologie, intitulée méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels, n'est pas dédiée à un champ particulier et propose la construction d'un modèle générique de connaissance permettant d'analyser et de spécifier le domaine à analyser à l'aide des formalismes et méthodes ARIS et UML. Ce modèle de connaissance est ensuite traduit sous la forme de bibliothèque de composants logiciels. Cette bibliothèque, créée durant les étapes de conception et d'implantation prend en compte les différentes modélisations associées au domaine. Nous proposons un processus de modélisation "utilisateur" pour un système de la classe, permettant la construction d'un modèle de connaissance d'un système particulier. Ce modèle de connaissance d'un système permet d'adapter le niveau de détail relativement au problème d'aide à la décision. La modélisation par processus multiples et incrémentiels associe à chaque entité identifiée les critères de performance à évaluer.

Le quatrième chapitre présente la mise en œuvre de la méthodologie sur le domaine des Supply Chains. Durant ce chapitre, nous présentons la conception du modèle générique de connaissance sur le domaine des Supply Chains à l'aide de processus multiples et incrémentiels. L'application de la méthodologie sur ce domaine permet également de proposer des modèles d'actions (modèles informatiques) qui évaluent ou optimisent les flux physiques et financiers. Nous concevons une approche expliquant tout d'abord la formation des flux financiers à partir des processus multiples et incrémentiels du modèle de connaissance, et permettant ensuite de les traduire sous forme de modèles d'action. Nous appelons cette approche PREVA pour PProcess EVALuation. Cette approche est utilisable quel que soit le niveau de granularité et l'horizon décisionnel dans le cadre de l'évaluation des performances. Cette approche est ensuite utilisée pour produire des modèles d'optimisation permettant de répondre à des problèmes d'aide à la décision sur des horizons temporels et pour des niveaux de granularité particuliers. Nous proposons l'interfaçage des informations provenant des différents modèles d'aide à la décision avec le système d'information des entités qui composent la Supply Chain sous la forme de tableau de bord prospectif. Ces différents composants méthodologiques, conceptuels et logiciels sont regroupés dans un environnement de modélisation que nous nommons ASCI-SC pour (Analyse, Spécification, Conception et Implantation pour le domaine des Supply Chains). L'instanciation de cet environnement sur un système permet la production de suites logicielles multi flux de type ABS pour Advanced Budgeting et Scheduling qui constitue une évolution dans les logiciels d'aide à la décision.

Le cinquième chapitre présente la mise en œuvre de l'environnement de modélisation sur deux Supply Chains. Le premier ABS que nous concevons est réalisé pour la Supply Chain de la firme M et s'inscrit dans la suite d'une collaboration industrielle entre le LIMOS et la firme M. Le deuxième ABS que nous proposons a été élaboré dans le cadre d'une collaboration avec le CHU de Clermont-Ferrand. Au delà de la validation des modèles d'aide à la décision que nous proposons, la mise en œuvre du processus de modélisation sur la Supply Chain Hospitalière du NHE révèle que les managers de l'hôpital ont aussi utilisé notre méthodologie de modélisation comme outil de gestion du changement.

La conclusion de ce mémoire présente les implications managériales et scientifiques de nos développements.

La figure 4 présente une grille de lecture permettant de positionner les différents développements de notre mémoire relativement aux deux domaines académiques dans lesquels s'inscrivent nos travaux.

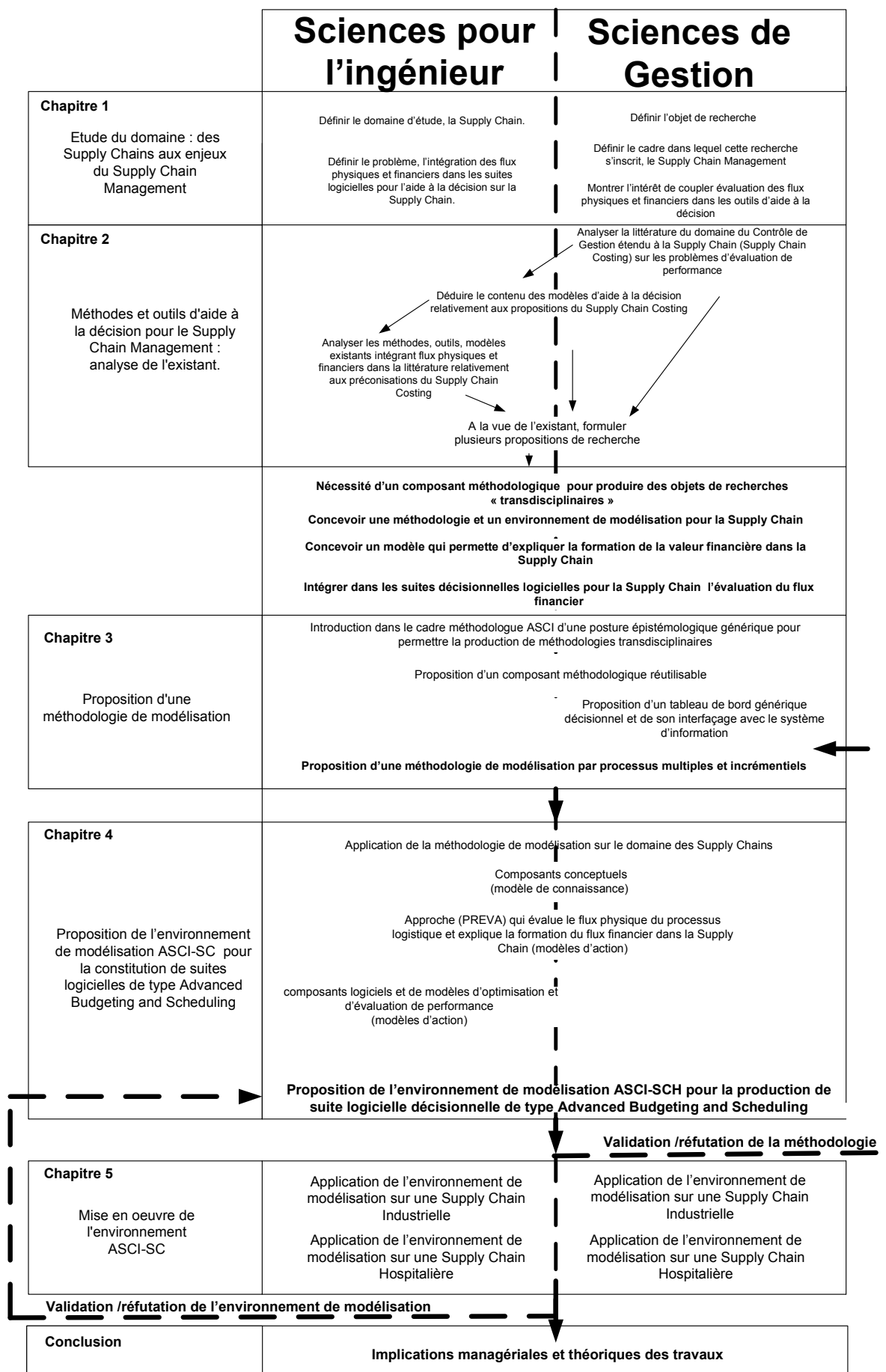


Figure 4. Positionnement de nos travaux par rapport aux domaines académiques dont ils relèvent.

Chapitre 1

Etude du domaine : des Supply Chains aux enjeux du Supply Chain Management

1. INTRODUCTION	18
2 RADIOGRAPHIE DES SUPPLY CHAINS	18
2.1. Une approche des Supply Chains par ses flux.....	19
2.2 Le réseau Supply Chain.....	20
2.2.1 Les entités physiques du réseau.....	21
2.2.2. Réseau hiérarchique versus réseau inter-entreprises	22
2.3 Supply Chain versus Chaîne de valeur	24
2.3.1 Les processus dans la Supply Chain.....	24
2.3.2. Le processus logistique dans la Supply Chain.....	25
2.3.3. Agencement des processus de la Supply Chain sous la forme de chaîne de valeur.....	27
2.4 Synthèse	28
3. LE CARACTERE TRANSDISCIPLINAIRE DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	30
3.1. Les fondements du SCM.....	30
3.2. Les modèles de SCM issus de Supply Chain 2000.....	31
3.3. Les composants et éléments décisionnels clefs du SCM	32
3.4. Approche du SCM issue de la Recherche Opérationnelle	33
3.5. Du découplage des fonctions de l'entreprise au découplage des disciplines académiques : le processus intégratif du SCM.....	34
4. AIDE A LA DECISION DANS UN CONTEXTE DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	35
4.1 Planification stratégique.....	36
4.1.1. Conception du réseau physique Supply Chain et de l'infrastructure associée	36
4.1.2. Sélection du mode de coordination entre les entités physiques de la Supply Chain.....	37
4.1.3 Stratégies de fonctionnement du réseau	38
4.1.4 Traduction des planifications stratégiques du flux physique en éléments de flux financier	39
4. 2. Planification tactique.....	40
4.2.1. Collaboration dans la Supply Chain et planification tactique des flux à partir de la demande	40
4.2.2. Traduction des planifications tactiques du flux physique en éléments de flux financiers	42
4. 3. Planification opérationnelle	44
4.3.1 Collaboration dans la Supply Chain et planification opérationnelle.....	44
4.3.2. Traduction des planifications opérationnelles en éléments de flux financiers.....	46
4.4. Synthèse	48
5 LES OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LA SUPPLY CHAIN	49
5.1 L'intégration fonctionnelle des outils d'aide à la décision pour le SCM	50
5.1.1 Les applications transactionnelles	50
5.1.2 Les applications analytiques.....	50
5.1.3. Intégration des différentes briques applicatives en contexte SCM	52
5.2. L'intégration inter-organisationnelle et inter-activités des outils d'aide à la décision pour le SCM	52
6. CONCLUSION.....	55

1. Introduction

La gestion d'une Supply Chain, son optimisation et sa conception, font l'objet d'une littérature scientifique vaste, qui a pris de l'ampleur durant les années 1990. Ces travaux scientifiques sont regroupés sous le terme de Supply Chain Management (SCM) défini par (Morana, 2002) comme *le management intégré des processus logistiques*. Le SCM consiste ainsi à modéliser un ensemble de flux, à les piloter de manière intégrée, et à en améliorer leur coordination et leur compétitivité pour créer de la valeur pour le client final (Christopher, 1997 ; Cooper *et al.*, 1997). L'objet Supply Chain apparaît dans la littérature comme un concept pluriel. Les méthodes et outils proposés dans le cadre du SCM sont directement issus de la projection que leurs auteurs se font de la Supply Chain. Dès lors, pour appréhender les travaux s'intégrant dans le SCM, il est nécessaire de déterminer la vision que ses auteurs vont avoir de leur domaine d'étude (*i.e.* la Supply Chain).

Ce chapitre se divise en quatre parties : la première partie est consacrée à l'analyse de l'objet de la Supply Chain dans la littérature. Cette première partie nous permettra de radiographier la complexité de la Supply Chain. La deuxième partie identifiera alors les principales approches s'intégrant dans le SCM tout en montrant les aspects transdisciplinaires des travaux qui s'en réclament. La troisième partie se focalisera sur les problèmes d'aide à la décision en contexte de SCM, tandis que la quatrième partie détaillera les différents outils d'aide à la décision utilisables dans le cadre d'une démarche de SCM.

Les deux premières parties présentent le contexte global dans lequel s'inscrivent nos travaux de recherche et montrent la complexité systémique d'une Supply Chain tandis que la troisième et la quatrième partie exposent les points qu'il nous semble opportun de prendre en compte dans le cadre de l'aide à la décision dans une démarche de type SCM. La figure 5 propose une grille de lecture de ce chapitre relativement aux différents domaines académiques dont relève nos travaux.

Objectifs du chapitre pour les Sciences pour l'Ingénieur	Objectifs du chapitre pour les Sciences de Gestion
Définir le domaine d'étude et sa complexité (Section 2)	Définir l'objet de recherche, la Supply Chain (Section 2)
Définir le problème traité : l'intégration des flux physiques et financiers dans les suites logicielles pour l'aide à la décision pour le SCM (Section 4)	Montrer l'intérêt de coupler évaluation des flux physiques et financiers dans les outils d'aide à la décision pour le SCM (Section 3,4,5)
Objectifs communs aux deux domaines académiques	
Définir le cadre dans lequel s'inscrit cette recherche -Le Supply Chain Management- (Section 3)	
Présenter l'état actuel de l'intégration des flux physiques et financiers dans les suites logicielles pour l'aide à la décision en contexte SCM (Section 5)	

Figure 5. Grille de lecture du chapitre.

2. Radiographie des Supply Chains

Littéralement, le terme Supply Chain se traduit par "chaîne d'approvisionnement". Cependant, peu d'auteurs dans la littérature définissent une Supply Chain comme une chaîne d'approvisionnement. (Frazelle, 2001) est un des rares auteurs américains à la définir ainsi, mais c'est pour différencier "Supply Chain" et "Logistique". En effet, logistique et Supply Chain sont communément confondues par le grand public américain : celui-ci désigne fréquemment sous le terme "Supply Chain", ou "Supply Chain Management", les enseignements qui sont regroupés en France sous le terme de logistique (Pimor, 2001). Une étude approfondie de la littérature montre cependant que les spécialistes anglo-saxons du domaine n'assimilent pas complètement ces concepts (Christopher, 1998 ; Christopher, 1999 ; Ballou, 1997 ; Ganeshan et Harrison, 1995). Dans les pays francophones, la Supply Chain est assimilée par certains à la chaîne logistique (Pirard, 2005 ; Lauras, 2005 ; Thierry, 2003 ; Rota *et al.*, 2002 ; Ouzizi, 2005) ; ces auteurs ont une conception de la Supply Chain qui trouve ses racines chez certains experts anglo-saxons qui la définissent comme l'ensemble des entreprises qui interviennent dans les processus de fabrication, de distribution et de vente du produit, du

premier des fournisseurs au client ultime (Ballou, 1992 ; Kearney, 1994 ; Poirier et Reiter, 1996). Cette vision linéaire et globalisante de la Supply Chain, nécessaire dans une logique optimisante, ne prend pas en compte l'intégration des flux humains et des processus managériaux qui semble être primordiale dans la vision qu'ont les acteurs du domaine (Vickery *et al.*, 2003).

La représentation qu'ont les experts du domaine de la Supply Chain n'est pas neutre et contribue à orienter leurs efforts de recherche (Pimor, 2001). Une description synthétique des travaux sur la Supply Chain conduit à la considérer comme un système complexe que l'on peut décrire comme :

- ◆ un ensemble ouvert traversé par des flux (financier, matériel, informationnel...) ;
- ◆ un réseau composé d'entités physiques (usines, ateliers, entrepôts, distributeurs, grossistes, détaillants ...) et d'organisations autonomes (firmes, filiales, "business unit"...)
- ◆ un ensemble d'activités regroupées dans un processus logistique dont l'agencement constitue une chaîne de valeur intra et inter-organisationnelle.

Chacun de ces points nous permet de structurer cette section.

2.1. Une approche des Supply Chains par ses flux

Il existe un consensus dans la littérature pour considérer que la démarche logistique travaille au minimum sur l'agencement de deux flux (Morana, 2002 ; Pimor, 2001). Ainsi, de manière chronologique, successivement, (Forrester 1961 ; Heskett, 1973 ; Tixier, 1979 ; Colin et Paché, 1988 ; Christopher, 1992 ; Frazelle 2001 ; Stadtler 2001...) montrent que la démarche logistique se focalise sur la conception, la configuration ou le pilotage du flux physique (également appelé flux de matières, flux de marchandises, flux clients, flux de produits, flux de services) et du flux d'information qui permet d'ajuster les comportements des acteurs de la Supply Chain. (Shapiro et Heskett, 1985) présentent (figure 6) ainsi le couplage des flux d'information et flux physique dans une perspective de logistique industrielle.

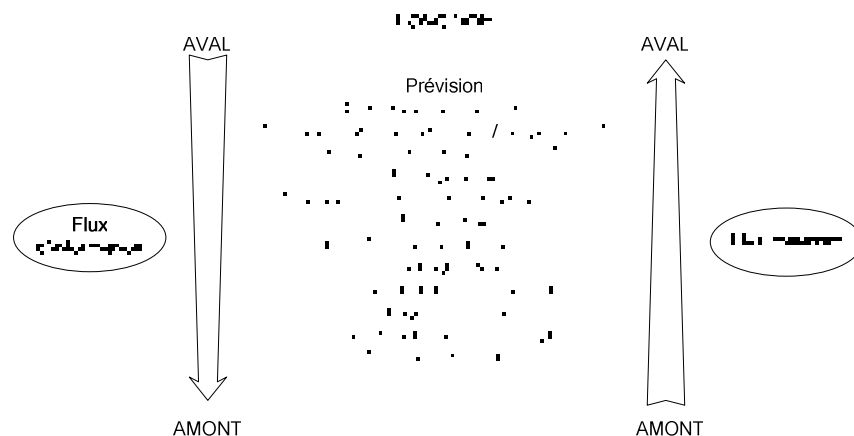


Figure 6. Le couplage flux physiques / flux informationnels dans une perspective de logistique industrielle (Shapiro et Heskett, 1985).

De nombreux auteurs (Tixier *et al.*, 1983 ; Samii, 2001 ; Lapide 2001) sur le plan conceptuel tout au moins, envisagent le couplage de trois flux à l'intérieur comme à l'extérieur de l'organisation. (Aurifeille *et al.*, 1997) montrent que le management de la logistique "*peut être vu comme une compétence de gestion et de pilotage des flux physiques, informationnels et financiers*". Ainsi, si le management de la logistique consiste à piloter ces trois flux, c'est donc bien qu'une Supply Chain est traversée au minimum par trois flux (figure 7) (Lapide, 2000) :

- ◆ le premier flux est le flux physique (achat de matières, transformation des matières premières en produits, livraison des produits) (Tan *et al.*, 1998). L'optimisation de ce flux vise à satisfaire les clients du système. Selon (Tchernev, 1997) un flux physique est un ensemble d'unités circulant dans l'espace, sur une surface, un plan, sur une courbe ou une droite suivant une loi précise. La durée des processus de traitement de ces flux permet de planifier la productivité d'un système, tandis que la liaison quantité/temps décrit la productivité du système relativement à ce flux physique.
- ◆ le deuxième flux est le flux monétaire, financier. Ce flux circule en sens inverse du flux physique mais de manière complètement désordonnée. L'optimisation du flux financier est faite de manière locale, dans chaque maillon de la Supply Chain, mais rarement de manière globale. L'optimisation de ce flux financier (cash-flow) permettra à priori d'obtenir la satisfaction des actionnaires des entités de la Supply

Chain et d'améliorer le fonctionnement global d'une Supply Chain (Shapiro 2001). Le flux financier est la contrepartie monétaire du flux physique. Essentiellement dématérialisé par les nouveaux moyens de paiement, il est impacté (Lysons and Gillingham, 2003) par les objectifs des actionnaires des entités de la Supply Chain à long terme, la politique de crédit client des entreprises constituant la Supply Chain à moyen terme, et l'ordonnancement de la trésorerie à court terme. Le flux financier, constitué des flux monétaires de la Supply Chain, vise à satisfaire les acteurs ayant contribué au fonctionnement de la chaîne logistique (entités légales, ressources humaines, actionnaires, banques ...). Pour beaucoup de non spécialistes, il y a confusion entre le flux financier (matérialisé sur une période par les cash flows générés) et l'évaluation des coûts proposés par les modèles du Contrôle de Gestion. En effet, même s'ils sont libellés en unités monétaires, les modèles de comptabilité analytique produisent de l'information sur les niveaux de profits et de coûts générés par l'activité du flux physique, mais ne permettent absolument pas de connaître le niveau de cash flow généré, puisqu'ils ne prennent pas en compte la nature des charges et des produits (décaissés / calculés) ni les délais de paiements.

- ♦ le troisième flux est le flux informationnel (Berry *et al.*, 1997). Il permet la coordination des flux financiers comme physiques entre chaque nœud, et une coordination globale (Fawcett et Magnan 2001). Quel que soit le niveau hiérarchique du système logistique, les flux d'informations contiennent les données nécessaires au pilotage et à la gestion de l'ensemble des activités de cette unité. Les informations suivantes doivent être disponibles :
 - l'information propre aux moyens qui réalisent cette activité (l'état de ces moyens, la connaissance et les données nécessaires à leur fonctionnement, les règles locales pour leur pilotage) ;
 - l'information concernant l'état des activités qui dépendent de cette activité ;
 - l'information sur l'état de cette activité concernant les activités dépendantes ;
 - l'information sur l'état de cette activité concernant le système de gestion de l'unité flexible de production/stockage ou le retour de l'information (feed-back) ;
 - les règles globales pour le pilotage et la gestion de l'ensemble des activités relatives à l'activité considérée.

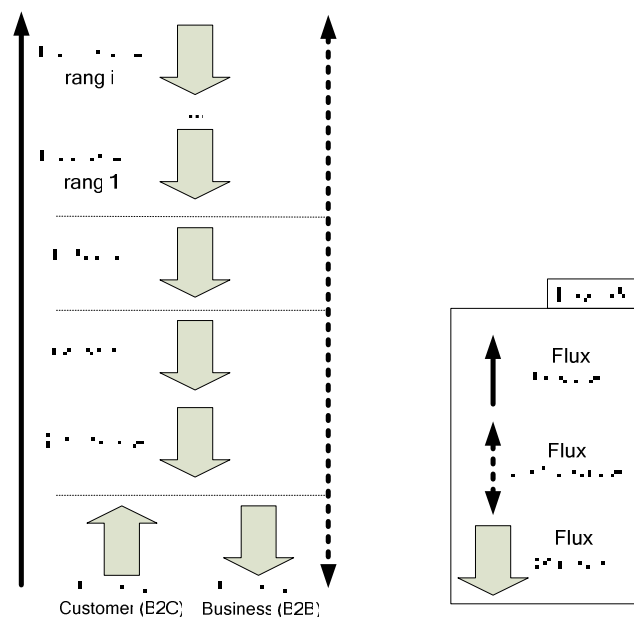


Figure 7. Les flux de la Supply Chain (Lapide, 2001).

Ainsi, la Supply Chain peut être vue comme un système ouvert composé d'organisations humaines : il convient de ne pas éliminer les flux traditionnels issus de la théorie des systèmes et qui sont, en plus des trois flux précédents, *le flux d'actifs (équipements)*, et *le flux de personnel* (Heskett, 1973 ; Le Moigne, 1977 ; Tixier *et al.*, 1983).

2.2 Le réseau Supply Chain

Les différents flux traversent la structure physique de la Supply Chain : un certain nombre d'auteurs définissent cette dernière à partir d'une approche physique de son réseau. Les entités physiques constitueraient ainsi un réseau (Zheng *et al.*, 2001) dans lequel la circulation des flux est coordonnée par différents opérateurs. Pour pouvoir définir la Supply Chain comme un réseau, il est nécessaire de définir les différentes entités qui la composent avant de caractériser sa structure.

2.2.1 Les entités physiques du réseau

Pour un observateur ne connaissant rien à la logistique, les entités physiques et les flux de matières sont les seuls éléments visibles d'une Supply Chain. Pour (Min *et al.*, 2002), *une Supply Chain d'un produit (chaîne logistique) désigne une série d'infrastructures et d'entreprises... en corrélation d'affaires dans le but d'acheter les matières premières et les pièces, de transformer ces matières et ces composants en produits finis... et distribuer ces produits aux clients.* Pour (Pimor, 2001), à chaque item (produit/activité/client) correspond une Supply Chain et son infrastructure associée. Il ne serait donc pertinent de parler de Supply Chain que si celle-ci est associée avec un item. (Rota-Frantz *et al.*, 2001) définissent la Supply Chain d'un produit (chaîne logistique) comme *l'ensemble des entités... allant du premier des fournisseurs au client ultime* de ce produit. Dès lors, pour (Pimor, 2001) la Supply Chain n'est pas une chaîne mais un graphe orienté dont chaque arrête représente un flux de produits et chaque sommet une entité physique du réseau (lieu de stockage, de transformation, de distribution). Aussi, Pimor préconise t'il d'analyser l'ensemble des circuits de flux de produits sous la forme de réseau.

(Bowersox, 1980) distingue dans le réseau de distribution d'un produit deux canaux : le canal transactionnel et le canal logistique. Le canal transactionnel (Filser, 1989, 2000) est composé des entités physiques qui organisent le transfert de propriété des produits (points de ventes) ; le canal logistique est constitué des entités physiques qui prennent en charge le transfert physique (plates-formes logistiques, prestataires de services logistiques...). Cette distinction entre canal logistique et canal transactionnel (ou de distribution) a été reprise et étendue par de nombreux auteurs dans le contexte de la Supply Chain (Paché et Sauvage, 1990 ; Bowersox et Closs, 1996 ; Croom *et al.*, 2000, Tan 2001 ; Lysons et Gillingham, 2003 ; Heerarum, 2003 ; Lagrange *et al.*, 2005). La figure 8 présente une vue synthétique de cette approche classiquement utilisée dans le domaine du Supply Chain management. Un certain nombre d'auteurs (Croom *et al.*, 2000 ; Tan 2001 ; Lysons and Gillingham, 2003) vont définir la Supply Chain comme un système couplant la production et la distribution dans les deux canaux. La figure 8 présente ainsi différentes entités physiques des canaux logistiques et transactionnels de la Supply Chain qui sont agencées en réseau. Ces deux canaux peuvent s'analyser de manière indépendante. En effet, la transaction, confiée à un commerçant s'exerce indépendamment de l'activité logistique confiée aux industriels et aux logisticiens. Cependant, l'activité du canal transactionnel, et plus particulièrement ses variations vont impacter l'activité du canal logistique. Aussi, les interactions entre canal transactionnel et canal logistique conduisent à s'intéresser de manière globale à l'ensemble des acteurs des entités.

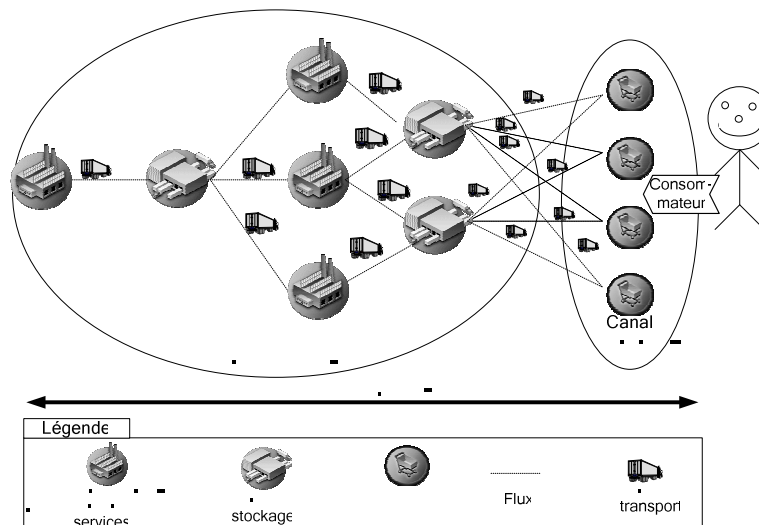


Figure 8. Canal logistique et canal transactionnel dans la Supply Chain.

(Tchernev, 1997) propose de représenter chaque flux élémentaire de matières du canal logistique sur un graphe. Le terme générique "nœud" caractérise une unité opérationnelle. Chaque flux a ainsi un nœud de départ et un nœud d'arrivée. C'est à l'aide de la notion de *réseau d'écoulement des flux de matières* que l'auteur propose de décrire les unités opérationnelles composant le canal logistique de la Supply Chain. Ainsi, le réseau d'écoulement des flux est composé d'entités organisées de manière fonctionnelle et structurelle qui sont :

- ♦ des *unités logistiques de production de biens et services* (terme générique désignant une usine, un atelier, un îlot). Cette unité logistique de production de biens et services est elle même composée d'unités logistiques de production, d'unités de stockage, de zones de stockage...
- ♦ des *unités logistiques de stockage* (terme générique pouvant aussi bien définir une plateforme logistique ou un entrepôt). Une unité logistique de stockage est elle même composée d'unités logistiques de stockage, d'unités de transport, de zones de stockage, de chemins, de zones d'entrées/sorties (quai de chargement, déchargement...).

- ♦ des *unités logistiques de transport*, terme générique définissant un ensemble composé d'unités de transport et de groupes spécialisés de supports de transport/manutention qui sont inter reliés et dont le fonctionnement est organisé de façon à permettre un nombre donné de communications.

Le canal transactionnel est composé d'un *ensemble de surfaces de vente* (Pimor, 2001 ; Bowersox, 1980). Par analogie avec le réseau d'écoulement des flux du canal logistique, (Lagrange et Fénies, 2005) décomposent les surfaces de vente du canal transactionnel en surfaces commerciales, en unités de stockage et en unités de transport telles que celles définies pour le canal logistique.

Comme le canal transactionnel et le canal logistique sont liés, les entités permettant la coordination des activités et le transfert des biens et services font également partie de la Supply Chain. La figure 9, adaptée de (Samii, 2001) montre le caractère multiple du canal transactionnel et évoque plusieurs types de liaisons entre les deux canaux. Ainsi, il n'existe pas un seul type de réseau de distribution, mais une variété de réseaux dans le canal transactionnel.

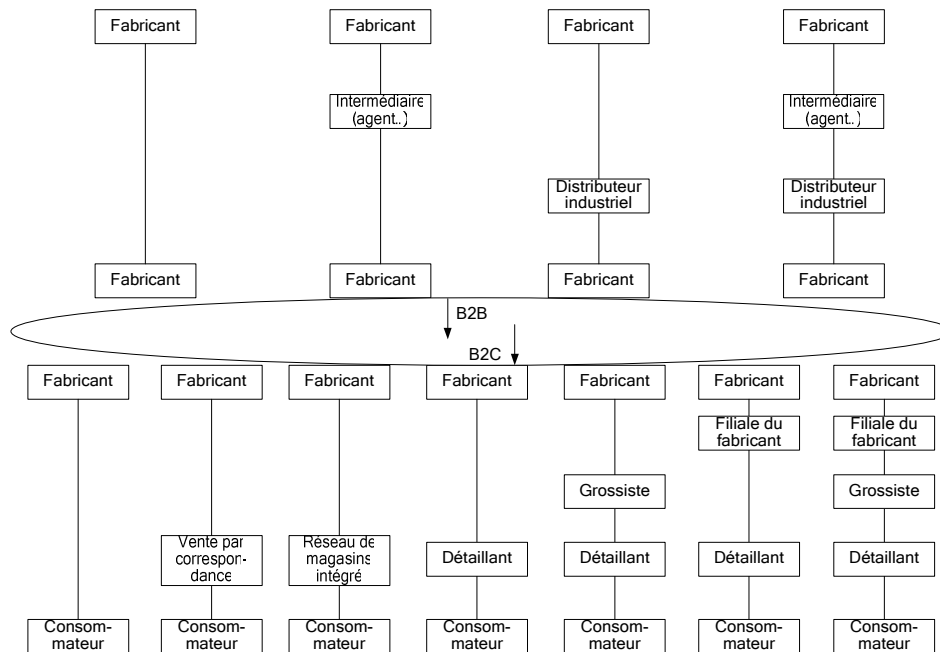


Figure 9. Réseaux directs et indirects de distribution pour le canal transactionnel (Adapté de Samii, 2001).

Cette approche par les entités physiques assimile la Supply Chain à la chaîne logistique telle que définie par les spécialistes de génie industriel. (Lee et Billington, 1993) conçoivent ainsi une Supply Chain comme un *réseau de sites de production et de sites de distribution qui se procurent des matières premières, les transforment et les distribuent au consommateur*. Cette approche fonctionnelle décrit ce que font les entités de la Supply Chain mais ne cherche pas à comprendre les mécanismes de coordination qui régissent différentes entités. (Kopczak, 1997) axe sa vision de la Supply Chain sur la dimension fonctionnelle des entités en la présentant comme un *ensemble d'entités incluant les fournisseurs, les prestataires de services logistiques, les industriels, les grossistes et les revendeurs traversés par des flux de matières, de produits et d'information*.

La dimension fonctionnelle de la Supply Chain contient une vue linéaire et statique qui sous entend que le dernier maillon de la chaîne ne pourrait pas être en contact avec le premier maillon. (Lee et Billington, 1993) présentent la Supply Chain comme un *réseau d'entités qui commence avec le fournisseur du fournisseur et se termine avec le consommateur du consommateur*. Si les aspects fonctionnels des entités sont pris en compte dans ce positionnement, qu'en est-il des moyens de coordination entre les entités ? S'agit-il de relations marchandes ou de relations hiérarchiques (Williamson, 1994) ? Raisonner sur l'infrastructure et les entités physiques d'un réseau revient à réfléchir sur la Supply Chain d'un produit (Payne et Peters., 2004). Dans le monde industriel, la démarche Supply Chain s'applique plus à une firme ou à un ensemble de firme qu'à un produit (Lee *et al.*, 1997). Un courant très fort dans la littérature se focalise sur la nature de la coordination dans la Supply Chain : nous développons cet aspect dans le prochain paragraphe.

2.2.2. Réseau hiérarchique versus réseau interentreprises

Une majorité d'auteurs se réclamant du SCM décrit une Supply Chain comme étant à la fois un système et un réseau (Ellram, 1991 ; Cooper *et al.*, 1997 ; Lee et Ng., 1997 ; Lambert *et al.*, 1998...). Ce réseau est composé de deux membres au minimum (Stadtler, 2001). Ce dernier donne une définition de la Supply Chain centrée sur le nombre minimum de membres : une Supply Chain est ainsi définie comme un système constitué *d'au moins deux entités légales différentes, reliées entre elles par des flux matériels, informationnels et financiers*. Le terme "légal" mis en avant ici montre le caractère inter-entreprises et collaboratif d'une Supply Chain. C'est surtout par la caractérisation de son

objectif que l'on montre cet aspect collaboratif. Pour (Christopher, 1998), la Supply Chain peut se définir comme *un réseau d'organisations qui sont reliées par des accords de partenariats amont et aval dans les différents processus et produits afin de leur donner de la valeur aux yeux du consommateur final*. Ces organisations peuvent être des firmes produisant chacune des composants, des produits finaux, mais aussi des prestataires de services logistiques (Carbone, 2004).

(Colin, 2004) donne une vision plurielle et hiérarchique de la Supply Chain. En effet, il décompose la Supply Chain en Supply Chain interne et en Supply Chain externe. Une Supply Chain interne est *une extension du champ d'influence de la Logistique avec la caution de la hiérarchie de la firme*. L'auteur considère en effet que *l'implication de l'ensemble des acteurs de l'entreprise dans une Supply Chain interne permet d'améliorer la position de l'entreprise sur son marché*. La Supply Chain interne apparaît comme un contrat informel entre les acteurs de l'entreprise permettant de propager une *Logistique* au service des clients. Une Supply Chain externe correspond à l'agencement de plusieurs Supply Chains internes.

Bien que pertinente, dans le cadre d'une multinationale, la décomposition entre vision interne et vision externe d'une Supply Chain est relativement difficile. En effet, la Supply Chain interne d'une multinationale est constituée d'entités légales autonomes (des filiales et une maison mère ou holding). Chaque filiale, par exemple par le mécanisme des prix de cession, est cliente d'une autre filiale, pratiquement comme dans le cadre de relation client industriel/fournisseur (Bouquin, 2004). Ainsi, quelle que soit la structure capitalistique, légale que revêt une *Supply Chain* (des entreprises indépendantes reliées entre elles, ou une multinationale qui possède l'intégralité des entités composant la *Supply Chain*), celle-ci s'affranchit des frontières fonctionnelles de l'entreprise pour retenir une coopération entre entités centrée sur les flux logistiques. On peut donc entendre par le terme *Supply Chain* un système logistique *inter-organisationnel* (Stadler 2005), aussi bien qu'un système logistique *intra organisationnel* (Beamon, 1998) (figure 10).

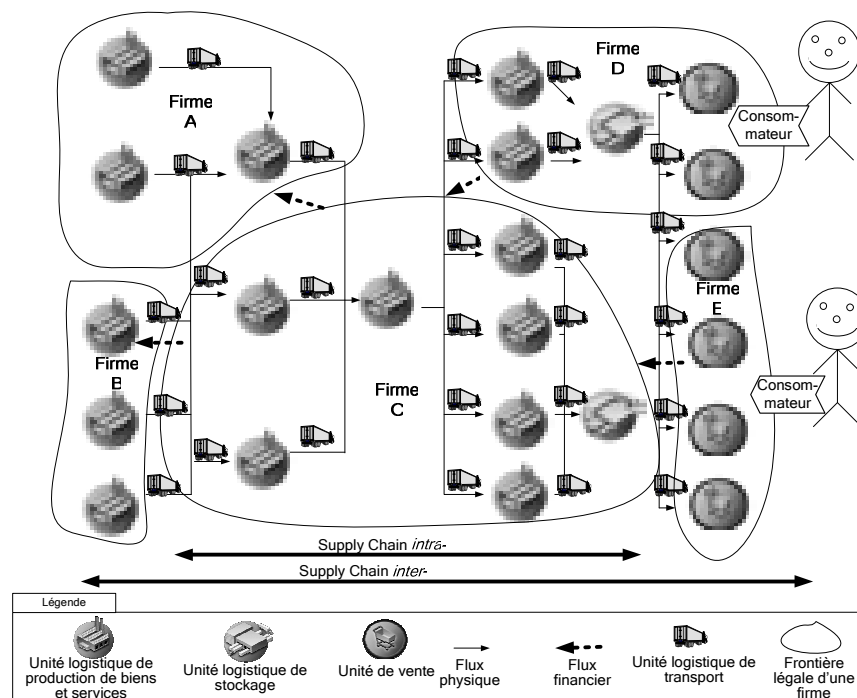


Figure 10. Supply Chain inter-organisationnelle versus Supply Chain intra-organisationnelle.

Dans le monde industriel, le terme *Supply Chain* s'applique usuellement à la chaîne logistique d'une compagnie multinationale dont plusieurs sites sont localisés dans différents pays : interviennent dans cette Supply Chain principalement les différentes filiales de la firme, mais également de manière "satellitaire" un ensemble de prestataires externes de services logistiques et de sous traitants dont l'activité est coordonnée par la multinationale (Lee *et al.*, 1997). Cette approche de la Supply Chain d'une firme développée par (Lee *et al.*, 1997) est relativement proche de la notion de Supply Chain Externe (Colin, 2004) qui correspond au regroupement de plusieurs Supply Chains Internes sous l'emprise d'une firme pivot qui de par sa position dominante de marché dispose... d'un pouvoir de changement. La Supply Chain externe apparaît alors comme une *quasi-firme*.

Les similitudes entre Supply Chain externe et keiretsu sont frappantes. En effet, le modèle de réseau vertical japonais est comparé dans la littérature avec la Supply Chain (Ellram et Cooper, 1993). Pour (Morana, 2002), le keiretsu *s'envisage au travers d'un consortium de plusieurs entreprises qui appliquent une stratégie commune. Sous la direction d'une entreprise manufacturière pivot, le consortium partage risques et bénéfices par le biais de participations croisées*. Les liens capitalistiques unissant les firmes d'un keiretsu et permettant une mutualisation des risques et des profits ne se retrouvent pas dans le cas d'un réseau inter-organisationnel de firmes occidentales regroupées sous la forme de Supply Chain (Ellram et Cooper, 1993).

Dans ce cadre, les apports issus de l'économie industrielle, et notamment de la théorie de l'agence sont quelque peu dérangeants. Puisque la firme peut être définie comme un *noeud de contrats* (Jensen et Meckling, 1976) écrits ou tacites, entre les détenteurs de moyens de production et les clients, il n'existerait que peu de différences entre la *fiction légale* de type entreprise et la *fiction légale* que serait une Supply Chain. Dans le prolongement de cette approche, la seule différence entre une firme et une Supply Chain se situerait dans le caractère négociable des *créances* : s'il est possible de vendre des actions d'une firme, il apparaît beaucoup plus difficile de négocier des droits de propriété sur une "Supply Chain". Par contre, la position d'une firme dans ses Supply Chains de produits/services, est un facteur susceptible de valoriser ses actifs immatériels, et donc d'accroître sa valeur pour ses actionnaires.

2.3 Supply Chain versus Chaîne de valeur

(Lysons and Gillingham, 2003) assimilent chaîne de valeur et Supply Chain. En effet, pour eux, la représentation de la chaîne de valeur comme de la Supply Chain est *une cartographie des processus expliquant comment la valeur, à partir de la matière première, est ajoutée à l'ensemble des produits/services livrés au client final*. Les auteurs précisent qu'il n'y a pas (ou peu) de différence entre leur vision de la Supply Chain et la notion de système de chaînes de valeur développée par (Porter, 1986). L'approche par la chaîne de valeur repose sur la notion de processus et d'activités, aussi nous présentons d'abord les processus de la Supply Chain, puis nous nous focaliserons sur la notion de processus logistique avant d'aborder son agencement dans la Supply Chain sous la forme de chaîne de valeur.

2.3.1 Les processus dans la Supply Chain

Un processus, comme une activité, transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie en apportant une valeur ajoutée (Lorino, 2001). Un processus est composé d'activités (Tchernev, 1997). Une activité organisationnelle (Evraert, 1997) est *une unité de travail de base participant en totalité* (auquel cas il y a équivalence entre processus et activité) *ou pour partie à un processus, à un centre de responsabilité ou à une fonction de l'entreprise*.

Processus et activité sont différenciés par la notion de tâche élémentaire. Selon (Romeyer, 2001) une activité est un ensemble de tâches homogènes qui mobilisent des inputs (entrées) pour les utiliser ou les transformer en outputs (sorties). Par contre, un processus est composé d'activités hétérogènes *organisées en réseau de manière séquentielle...* permettant la production de résultat ou output ayant de la valeur pour un client (Lorino et Tarondeau, 1998).

Un processus organisationnel doit produire de la valeur pour le client du processus (Hammer et Champy, 1993). Dans un processus, il y a une entrée (un signal de démarrage, une matière première...) et une sortie (un produit ou une prestation de service fini). La valeur se crée par agencement en réseau d'une multiplicité de processus. La valeur fournie par une organisation résulte d'une combinaison d'activités et de processus : la chaîne de valeur (Lorino, 2001).

Les processus sont toujours orientés vers les "clients". Un processus peut comprendre des activités réalisées par différentes entités. Ce qui induit des points de rencontre appelés interfaces, points déterminants de l'amélioration du produit ou du service rendu auprès du bénéficiaire (Rakotondranaivo *et al.*, 2004). Une procédure formelle ou informelle décrit la mise en oeuvre d'un processus dans la chaîne d'activités (Brandenburg et Wojtyna, 2003 ; Cattan *et al.*, 2001 ; Mougin, 2002).

Une Supply Chain se différencie d'un autre type d'organisation (logistique) par l'abandon d'une structure fonctionnelle et par l'intégration et le chaînage des activités (Kopczack, 1997)(donc leur organisation sous forme de processus). Pour (Stevens, 1989) une Supply Chain est *une organisation et un chaînage d'activités intégrant les flux et les fonctions dans l'entreprise et entre les entreprises pour satisfaire le client final*.

Stevens, pionnier dans l'approche Supply Chain, explique dès 1989 comment dépasser les frontières de l'entreprise pour passer d'une structure fonctionnelle à une structure de type Supply Chain dans l'entreprise et entre les entreprises (figure 11).

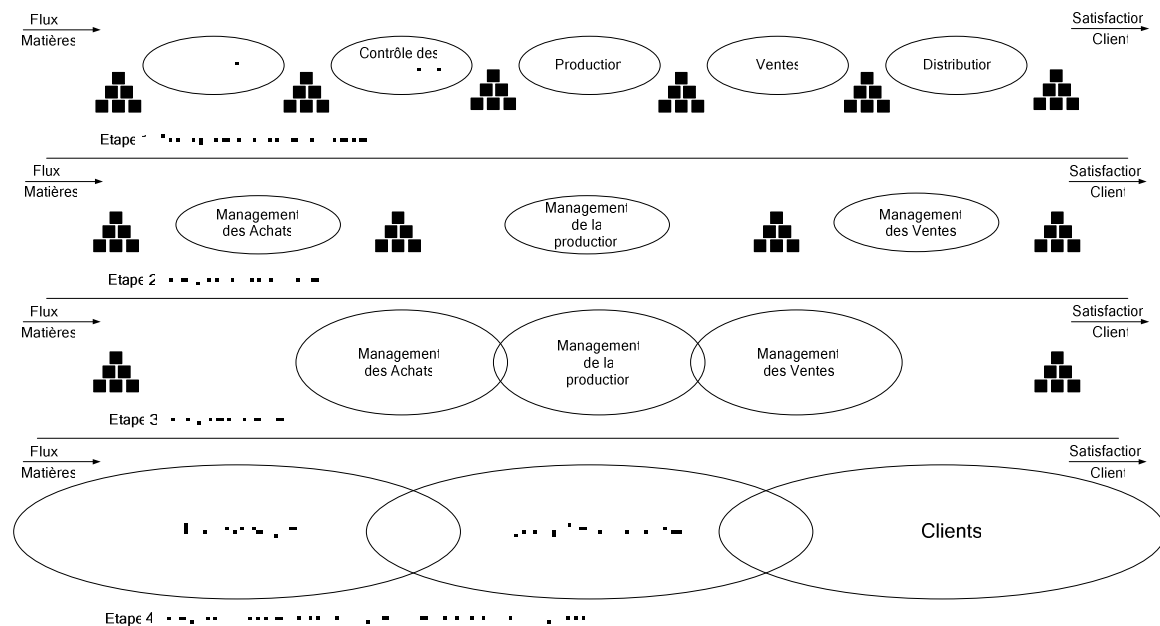


Figure 11. Passage d'une structure fonctionnelle à une organisation Supply Chain (Stevens, 1989).

2.3.2. Le processus logistique dans la Supply Chain

La mise en Supply Chain d'organisations différentes (Hines, 1993 ; Lambert *et al.*, 1996) conduit à l'intégration de leurs processus logistiques relativement à un objectif de travail.

(Heskett, 1973) établit à partir d'une représentation de l'entreprise le concept de processus logistique d'une entreprise comme *englobant les activités qui maîtrisent les flux de produits, la coordination des ressources et des débouchés en réalisant un niveau de service donné au moindre coût*. (Colin et Paché, 1988) l'apparentent à un *processus global de régulation* des activités. (Tchernev, 1997) propose l'extension du concept de processus logistique à tout système logistique (donc une Supply Chain) et définit le processus logistique comme *un ensemble d'activités ordonnées ayant comme objectif la maîtrise et la gestion des flux matières à travers le système logistique, l'affectation et la gestion des ressources de système logistique afin d'assurer un niveau de service au moindre coût*.

(Vowles, 1995) définit un certain nombre d'activités du processus logistique dans la Supply Chain. Ces activités, définies de manière conceptuelle pour un item (un item est un produit ou un service) concernent : son achat ou l'achat des matières premières, leur transport, sa production, son contrôle, son conditionnement, son stockage, sa distribution, sa prise de commande. Selon (Vowles, 1995), (Supply Chain Council, 2006) le processus logistique d'une Supply Chain est caractérisé par la fréquence et l'agencement de chaque activité générique. La cartographie des processus montrera que chaque type d'activité peut se retrouver de 0 à n fois. Chaque activité peut être réalisée par une même entreprise ou réalisée par des partenaires différents et autonomes (Beamon, 1998).

Les activités du processus logistique sont définies de manière relativement homogène dans la littérature. (Stadtler, 2005) considère que le processus logistique dans la Supply Chain est constitué de 4 grandes familles d'activités génériques (figure 12) : (i) Approvisionner en matières et services ; (ii) Fabriquer des produits et services ; (iii) Distribuer les produits et services ; (iv) Vendre les produits et services.



Figure 12. Les activités du processus logistique d'une Supply Chain (Stadtler, 2005).

Le Supply Chain Council propose également un ensemble de processus et d'activités génériques instanciables pour n'importe quelle Supply Chain. Ainsi, la Supply Chain est constituée par des nœuds de processus logistique (une entité de la Supply Chain, une firme). Chaque nœud est à son tour constitué de quatre processus très proches des activités présentées par Stadtler : (i) approvisionner ; (ii) fabriquer ; (iii) distribuer (cette activité regroupe les activités de distribution et de vente proposées par le découpage de Stadtler) ; (iv) planifier des activités.

Le modèle SCOR version 7.0 propose en plus une activité générique de Reverse Logistique ou logistique inversée (Rogers et Tibben-Lembke, 1999 ; Guide et Van Wassenhove, 2002 ; Richey *et al.*, 2005) qui consiste à collecter un item depuis le lieu de distribution pour le réparer ou le recycler. Si la représentation de la Supply Chain dans SCOR présente bien le chaînage entre organisations du réseau Supply Chain (figure 13), les vues horizontales (croisement des processus) et verticales (hiérarchiques) permettent de déterminer un modèle de référence pour la Supply Chain utilisant une terminologie commune et instanciable sur n'importe quelle Supply Chain. La décomposition hiérarchique en quatre

niveaux de SCOR (Type de processus, Catégorie de processus, Processus décomposé, Eléments de processus) des différents processus génériques ainsi que leur agencement entre entités et dans chaque entité de la Supply Chain permet de d'appréhender la valeur générée par le processus logistique de la Supply Chain d'un produit ou d'une firme (figure 14).

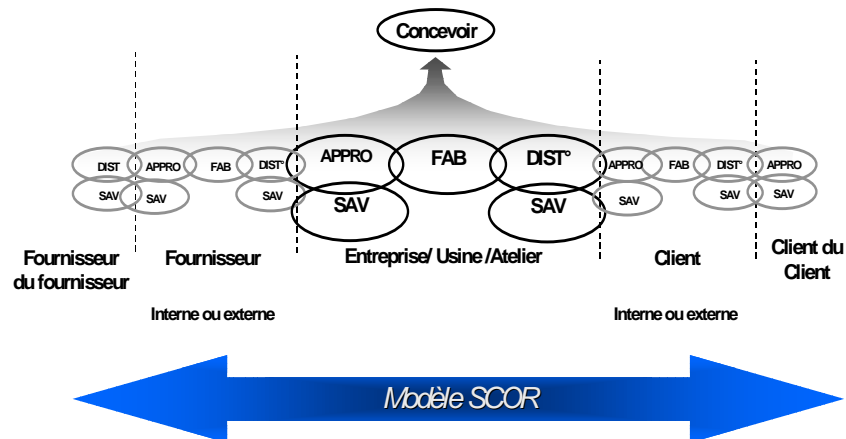


Figure 13. Chaînage des processus entre organisation dans la Supply Chain.

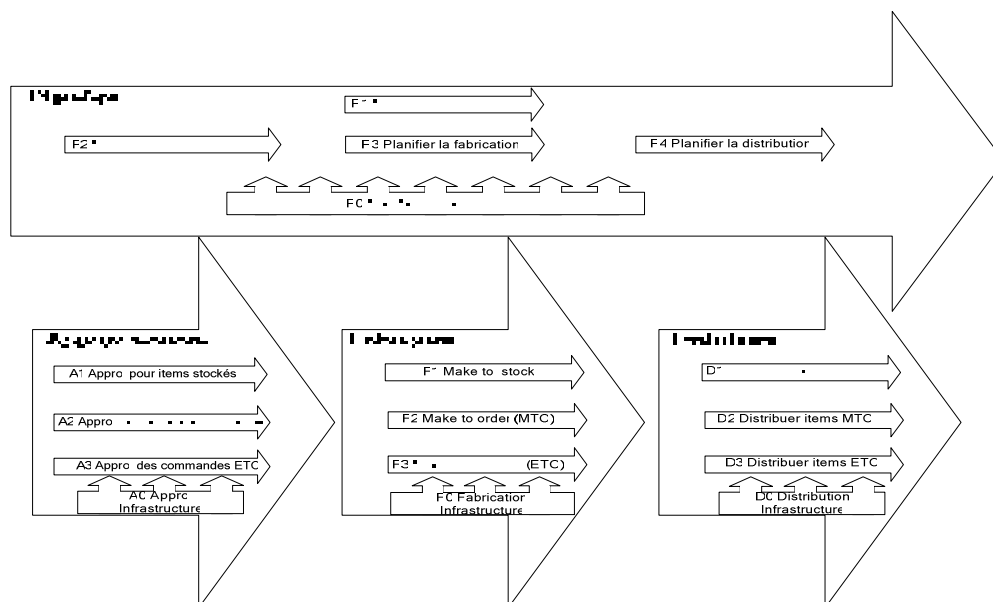


Figure 14. Décomposition hiérarchique simplifiée des processus de la Supply Chain (Supply Chain Council, 2006).

Par analogie avec les activités du modèle SCOR issues du flux physique, nous proposons de décomposer (figure 15) les activités liées au flux financier de la Supply Chain en 4 processus : le processus payer (les fournisseurs), le processus facturer (les produits aux clients), le processus encaisser (l'argent issu de la transaction du flux physique), le processus budgéter (prévoir les variations et le niveau du flux financier dans la Supply Chain).

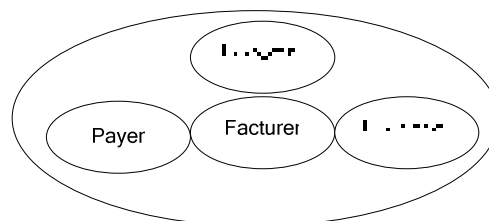


Figure 15. Une représentation des activités du flux financier.

2.3.3. Agencement des processus de la Supply Chain sous la forme de chaîne de valeur

L'approche par les processus de la Supply Chain consiste à organiser les activités entre les entreprises et dans l'entreprise de manière à satisfaire le client final (Lee et Billington, 1993 ; Beamon, 1998 ; New and Payne, 1995). Par extension, l'approche par les processus de l'organisation Supply Chain conduit à considérer la Supply Chain comme une chaîne de valeur (Porter, 1986), et à analyser l'agencement du processus logistique dans cet esprit (figure 16). Porter distingue deux catégories d'activités : les activités primaires (qui concernent essentiellement les activités logistiques) et les activités de support (qui permettent la coordination et le fonctionnement des activités primaires). (Hine, 1993; Heeramun, 2003) analysent la Supply Chain comme une chaîne de valeur globale, et cherchent à identifier les activités génératrices de valeur.

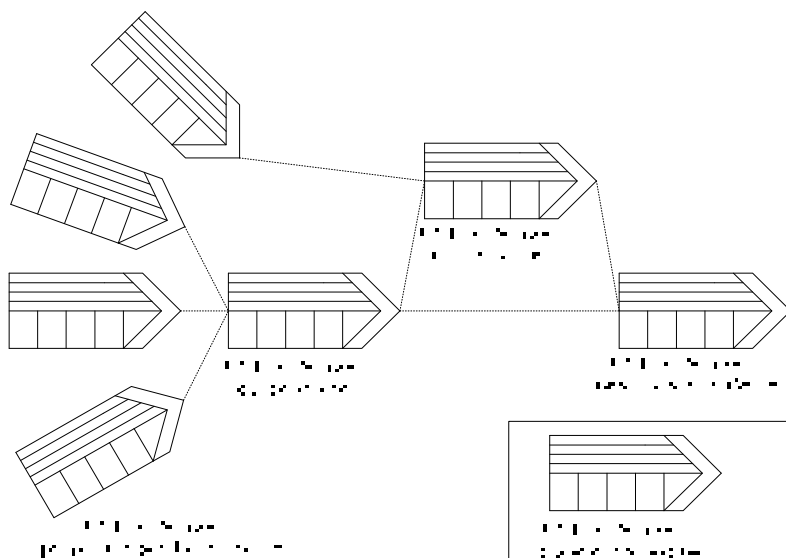


Figure 16. Un système de chaînes de valeur (Lysons et Gillingham, 2003).

(Hines, 1993) reconnaît que le travail de Porter présente une contribution majeure dans la compréhension de la création de valeur d'un point de vue logistique : *les travaux de Porter, notamment ceux portant sur la gestion logistique de la chaîne de valeur ont permis de placer ce sujet dans les esprits des dirigeants d'entreprises* (Hines, 1993). Cependant, selon l'auteur, le profit de chaque compagnie, membre de la Supply Chain, serait le seul objectif de la Supply Chain. Les conclusions de Porter ne seraient valables que pour les firmes américaines et la chaîne de valeur ne concernerait que des organisations cloisonnées dans une "fausse" Supply Chain centrée profit local et non satisfaction client. Hines propose un modèle (figure 17) de la Supply Chain radicalement différent de celui issu de la chaîne de valeur de Porter. Il part du consommateur et intègre l'ensemble des organisations de la Supply Chain dans un processus logistique unique qui décroisse les fonctions des entreprises.

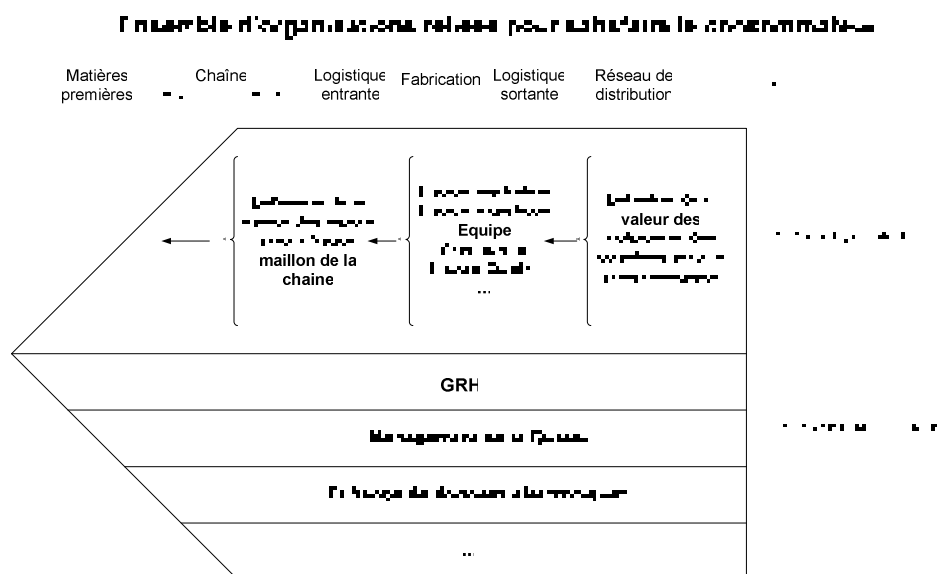


Figure 17. Une Pipeline de valeur pour une chaîne intégrée (Hines, 1993).

A partir des besoins du consommateur révélés par l'ensemble des équipes marketing des partenaires de la chaîne, les équipes logistiques, de conception et de qualité donnent alors une réponse permettant d'intégrer de la valeur pour le consommateur et les partenaires intermédiaires de la chaîne : cette approche conçoit une organisation Supply Chain générant de la valeur (Lysons et Gillingham, 2003) sous forme d'un processus unique qualifié de *pipeline* de valeur (figure 17). Le tableau 1 (Lysons et Billington, 2003) compare les Supply Chains de type chaîne de valeur et les Supply Chains de type pipeline de valeur.

	Supply Chain de type Chaîne de Valeur de Porter	Supply Chain de type Pipeline de Valeur de Hines
Objectif de chaque entité	Profit des entités	Satisfaction du consommateur
Processus logistique	Organisation des activités en Push (make to stock)	Organisation des activités en Pull (make to order)
Structure et direction des flux	Des chaînes de firmes reliées partant des fournisseurs et "poussant" les produits aux consommateurs	Un flux unique d'activités intégrées partant du consommateur et remontant jusqu'aux fournisseurs
Philosophie	La position d'une firme dans la chaîne lui permet de bénéficier d'un avantage concurrentiel.	La collaboration entre les firmes permet de dégager plus de valeur pour chaque partenaire.

Tableau 1. Une comparaison des modèles de Porter et de Hines sur la Supply Chain (Lysons et Billington, 2003).

2.4 Synthèse

Dans cette section, nous avons proposé une radiographie de la notion de Supply Chain dans la littérature. L'analyse des différentes acceptations de la notion de Supply Chain permet de déterminer un angle d'attaque de notre objet de recherche et montrent son caractère complexe. Les différentes visions de la Supply Chain abordées dans cette section sont ainsi regroupées dans le tableau 2.

Les différentes approches d'une Supply Chain analysée sous forme de processus et de chaîne de valeur dans la sous-section 2.3 nous éclairent sur sa nature : c'est par le chaînage des activités du processus logistique de plusieurs entités autonomes que l'on caractérise et différencie une organisation Supply Chain d'une organisation fonctionnelle (Stevens, 1989).

Cependant, si la nature intrinsèque de la Supply Chain (un ensemble de processus) se définit relativement clairement, ses frontières et son objet, comme nous l'avons montré dans la sous-section 2.2 sont beaucoup plus ambigus à déterminer :

- ♦ il n'est pas évident de savoir si les frontières d'une Supply Chain s'arrêtent aux frontières de l'entreprise ou au contraire, par le biais de coopérations formalisées ou tacites, s'étendent à plusieurs entités légales. Une Supply Chain, qu'elle soit interne ou externe, est composée d'organisations autonomes ; c'est la nature du lien permettant la collaboration entre entités physiques de la chaîne qui est différente (hiérarchie versus négociations contractuelles). Dès lors nous proposons dans un premier axe de caractériser une Supply Chain par le nombre d'entités légales la composant.
- ♦ l'objet de l'organisation Supply Chain est un autre élément à prendre en compte : l'organisation de la coalition "Supply Chain" peut porter sur le processus logistique d'un item (un type de produits/ de service) ou au contraire concerner l'ensemble des items d'une firme (*Supply Chain d'une firme*, Lee *et al.*, 1997)). La mise en commun de plusieurs activités autrefois disjointes conduit à la construction d'un processus logistique entre les différents acteurs de la coalition. C'est cette intégration, que nous définissons comme une mise en commun ou /et une synchronisation des activités du processus logistique qui donne vie à l'organisation Supply Chain (Hines, 1993 ; Lambert *et al.*, 1996, 1998). Si l'objet de l'intégration porte sur le processus logistique d'un produit, alors la durée de la coalition organisationnelle associée de type Supply Chain est au maximum celle de la durée de vie du produit. Il est en effet impensable que la Supply Chain continue à exister après la disparition du produit X. Par contre, si la Supply Chain analysée est la Supply Chain d'une firme (ou Supply Chain *externe*), la durée de la coalition est indéterminée tandis que sa structure se modifie chemin faisant par ajustements progressifs ou par mutation radicale (Hammer et Champy, 1993) des processus logistiques associés. Aussi nous proposons d'analyser une Supply Chain suivant son objet : Supply Chain d'une firme versus Supply Chain de produits.

La figure 18, issue du couplage de ces deux axes présente ainsi un cadran permettant de caractériser une Supply Chain. Le plus petit multiple commun entre les quatre parties du cadran de la figure 18 nous permet de donner une définition d'une Supply Chain que nous utiliserons dans la suite de ce document :

"Une Supply Chain est une coalition d'organisations complexes et autonomes coordonnées par un processus logistique intégré".

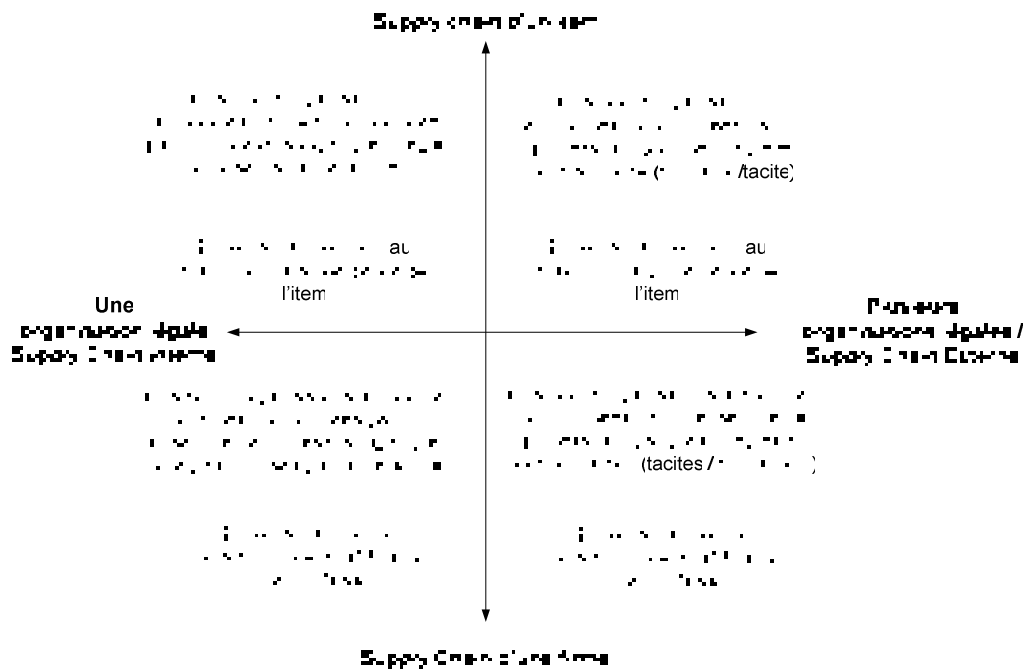


Figure 18. Caractérisation d'une Supply Chain.

Auteurs	Vision de la Supply Chain
Frazelle (2001) ...	Supply Chain = Chaîne d'approvisionnement (au sens littéral du terme).
Kearney (1994) Poirier et Reiter (1996) Ballou (1997) Tan <i>et al.</i> , (1998) Rota <i>et al.</i> , (2002) Thierry (2003) Lauras (2004) Pirard (2005) ...	Supply Chain = Chaîne logistique.
Paché et Morana (2003), Lauras (2004), Ouzizi (2005) ...	Supply Chain = Chaîne logistique étendue, voire entreprise étendue.
Jones et Riley (1985) Ellram (1991) Christopher (1992, 1998) Kopczack (1997) Berry <i>et al.</i> , (1997) Ganeshan <i>et al.</i> (1999), Stadtler et Kilger (2001) Stadtler (2005) ...	Supply Chain = Réseau logistique inter-organisationnel
Stevens (1989) Lee et Billington (1993) New and Payne (1995) Cooper <i>et al.</i> , (1997) Lambert <i>et al.</i> , (1996, 1998) Beamon (1998) Handfields and Nichols (1999) Chopra et Meindl (2001) Carbone (2004) ...	Supply Chain = Chaînage d'activités, ensemble de processus logistiques coordonnés pour satisfaire le client final.
Hines (1993) Heeramun (2003) Lysons et Billington (2003) ...	Supply Chain = Chaîne de valeur.

Tableau 2. Différentes approches de la Supply Chain dans la littérature.

3. Le caractère transdisciplinaire du Supply Chain Management

Le terme Supply Chain Management a été vraisemblablement introduit en 1982 (Oliver et Webber, 1982). Il a été repris depuis par un certain nombre d'auteurs qui font émerger un nouveau courant de recherche et par un certain nombre d'industriels et de praticiens qui regroupent sous ce terme un certain nombre de "*bonnes pratiques logistiques inter-entreprises et inter-fonctionnelles*" (Fawcett et Magnan, 2002). Plusieurs auteurs présentent un état de l'art sur le Supply Chain Management dans la littérature (Croom *et al.*, 2000 ; Tan, 2001 ; Saada *et al.*, 2002 ; Power, 2005). De ces revues de la littérature, deux approches du SCM émergent :

- ◆ la première approche décrit le SCM comme l'ensemble des outils, méthodes et concepts permettant de manager la Supply Chain ;
- ◆ la deuxième approche décrit le SCM comme une démarche permettant de transformer des organisations fonctionnelles centrées produits et profits locaux des firmes en une organisation unique de type Supply Chain centrée satisfaction client et performance collective.

Ces deux approches nous semblent complémentaires : en effet, dans une perspective dynamique, il nous paraît évident qu'il est nécessaire d'adapter l'entreprise à une organisation de type Supply Chain avant d'envisager dans un second temps le management de cette dernière.

Trois grands modèles du Supply Chain Management cumulent ces deux aspects dans leur démarche. Nous avons choisi de présenter ces trois modèles du SCM issus d'auteurs et d'approches scientifiques différentes. En effet, les approches décrites dans cette section sont les seules qui ne se limitent pas à un seul domaine académique, mais admettent la nécessité d'intégrer explicitement dans leur approche les apports de domaine qui ne sont pas au cœur de leurs compétences. Les deux premières approches que nous avons choisies et qui sont : (i) celle issue de Supply Chain 2000 (Bowersox *et al.*, 1999) et (ii) celle issue de (Lambert *et al.*, 1998), sont le fruit d'une réflexion académique managériale ; tandis que la dernière approche (iii) avec *la maison du Supply Chain Management* (Stadtler et Kilger 2001 ; Stadtler, 2005) est issue de la Recherche Opérationnelle et centrée résolution de problèmes. Nous présentons les fondements de l'approche SCM, puis les caractéristiques de chaque modèle retenu et montrons ensuite que les approches se réclamant du SCM doivent avoir un caractère transdisciplinaire qui dépasse le cadre académique de la logistique.

3.1. Les fondements du SCM

Selon (Christopher, 1992) c'est le modèle des 4 P, ou mix-marketing (Prix, Produit, Promotion, et Place (approvisionnement des canaux de distribution)) qui explique l'émergence du SCM : les trois premiers aspects du mix relèvent de la fonction marketing tandis que le quatrième élément dépend de l'activité logistique. (Samii, 2001) construit son raisonnement sur une démarche SCM à partir de (Christopher, 1992, 1997, 1998 et 1999). Selon lui, le SCM conduit à l'intégration des mix logistique et marketing (figure 19) entre organisations de la Supply Chain. Les variables du mix logistique (place, transport, entreposage, commandes et approvisionnement, niveau de stocks et production) (figure 19) doivent être reliées et orientées satisfaction client.

Pour parvenir à la mise en place d'une *logistique au service du client*, l'entreprise doit intégrer une démarche SCM (Christopher, 1997) et modifier son organisation selon quatre points :

- ◆ l'entreprise doit passer d'une organisation fonctionnelle à une logistique organisée par processus, alignée sur les exigences du client ;
- ◆ l'entreprise doit intégrer une dimension de performance collective et non de profit individuel pour tous les intervenants ; l'évaluation du SCM se fait dès lors sous la forme d'évaluation financière et non financière, transmise à tous les partenaires ;
- ◆ l'entreprise doit transformer la gestion des produits en une gestion des clients : la satisfaction du client doit être l'objectif ultime de toute organisation commerciale ;
- ◆ l'entreprise doit rechercher systématiquement des relations de type gagnant/gagnant avec les fournisseurs.

(Christopher, 1999) définit ainsi le SCM comme un ensemble d'actions stratégiques qui fonde la survie et la prospérité des firmes sur leur intégration dans une Supply Chain agile tout en permettant une adaptation rapide, stratégique comme opérationnelle aux changements à grande échelle de l'environnement. L'agilité s'entend comme l'aptitude à obtenir et maintenir la compétitivité et à fidéliser le client (Morana, 2002).

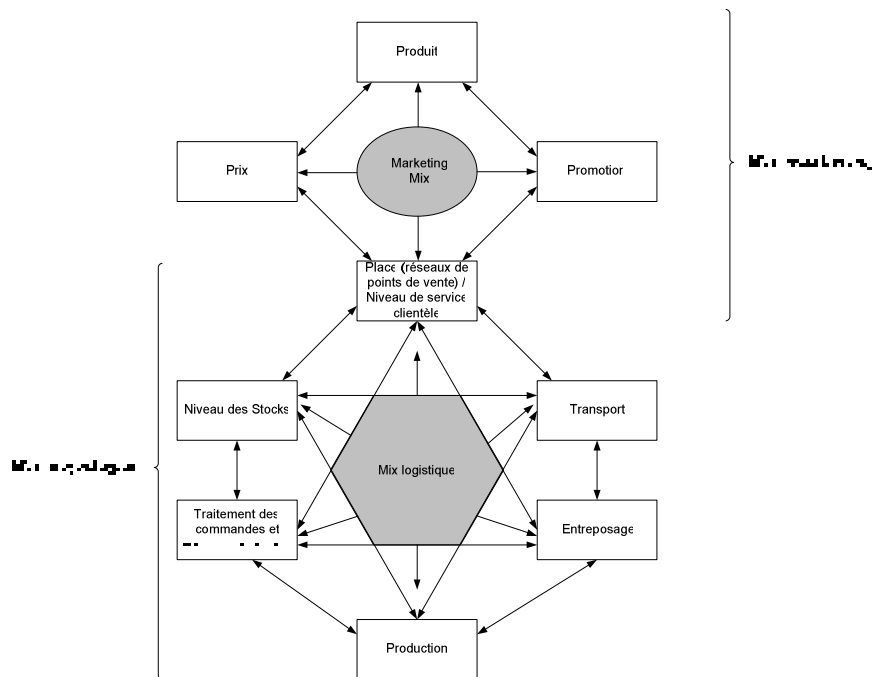


Figure 19. Intégration des Mix marketing et Mix logistique dans une perspective SCM(Samii, 2001, adapté de Lambert, 1976).

3.2. Les modèles de SCM issus de Supply Chain 2000

Une approche managériale est issue des travaux qui élargissent le modèle World Class Logistics de la Michigan State University au modèle Supply Chain 2000 (figure 20, (Bowersox *et al.*, 1999)). Cette approche établit des règles à suivre pour mettre en œuvre une démarche SCM. Le SCM prend d'abord forme dans une organisation pour ensuite transformer un réseau de firmes inter-reliées en une Supply Chain organisée autour d'une firme pivot. Un des objectifs du SCM est l'intégration de six compétences transversales autour de trois domaines :

- ◆ le contexte relationnel qui consiste à gérer les relations (contractualisées ou tacites) entre partenaires et avec les clients finaux dans un climat propice à la collaboration ;
- ◆ le contexte analytique qui consiste à intégrer les capacités de planification et de contrôle en mettant l'accent sur les méthodologies de mesure de l'efficacité et de l'efficacité de la Supply Chain et qui doit permettre le partage de l'information nécessaire parmi les participants à la Supply Chain à travers des technologies informatiques ;
- ◆ le contexte opérationnel qui intègre les 3 processus opérationnels de la logistique que sont le processus d'approvisionnement, le processus de clôture de la commande (*fulfilment*) et le processus de gestion de la relation client (*Customer Relationship Management*).

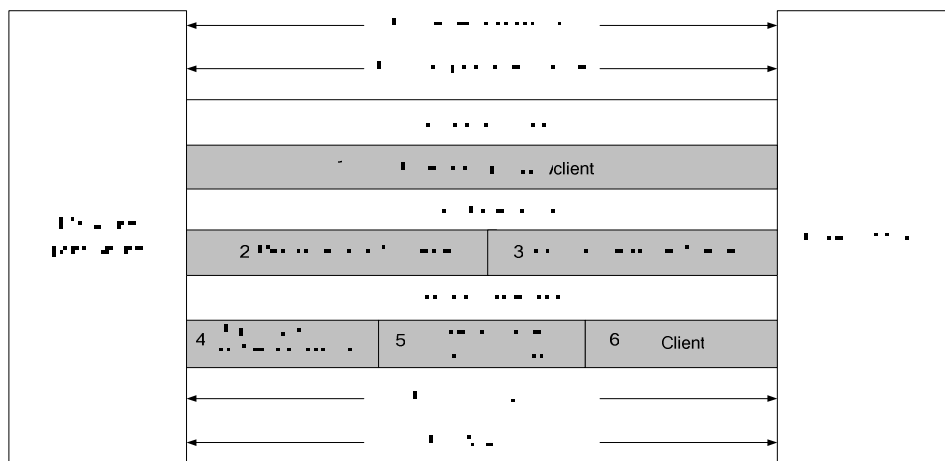


Figure 20. Les six compétences clés pour l'intégration des flux et des activités par le Supply Chain Management (Bowersox *et al.*, 1999).

(Samii, 2001) propose une analyse des différents obstacles à la mise en place du modèle Supply Chain 2000 dans le cadre de l'intégration du flux d'information entre les différentes organisations de la Supply Chain par le biais de systèmes de commerce électronique (market place et sites de ventes pour le client final...).

3.3. Les composants et éléments décisionnels clés du SCM

Dans deux articles fondateurs (Cooper *et al.*, 1997 ; Lambert *et al.*, 1998) présentent l'approche du SCM de l'Ohio State University. Cette approche est particulièrement intéressante car elle s'appuie sur une revue poussée de la littérature (Cooper *et al.*, 1997) et sur l'interview de plus de 80 Supply Chain managers pour définir les éléments clés du SCM. C'est pour une firme pivot (*focal firm*) que l'on va définir les composants clés du SCM (figure 21) qui sont classés suivant trois problématiques inter-reliées :

- ◆ la problématique de structuration du réseau de SCM qui demande à la firme pivot de déterminer les partenaires de la coalition : il faut ici évaluer les dimensions du réseau suivant une dimension horizontale (le nombre d'étapes intégrées le long de la Supply Chain) et la dimension verticale (le nombre de partenaires pour chaque étape) ;
- ◆ la problématique d'identification des processus qui doivent être intégrés : de manière générique, (Lambert *et al.*, 1998) proposent l'intégration de l'ensemble des processus de la Supply Chain. Cependant, pour parvenir au succès, de manière contextuelle à chaque cas, la firme pivot pour des raisons stratégiques comme opérationnelles peut choisir d'intégrer seulement quelques processus (figure 22) ;
- ◆ la problématique de gestion de la Supply Chain avec les composants de gestion du SCM (figure 22) : l'objet des composants de gestion est de permettre la coordination et l'intégration des processus entre partenaires de la Supply Chain. Deux familles de composants de gestion sont identifiés : les composantes de techniques de gestion (figure 23), dont l'objectif est de permettre l'aide à la décision dans la Supply Chain et les composantes comportementales de management dont l'objectif est d'intégrer les hommes dans la Supply Chain.

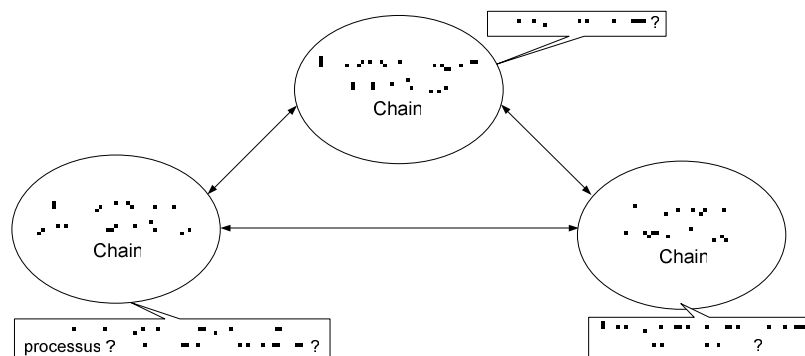


Figure 21. Composants et éléments décisionnels clés du SCM pour la firme pivot (Lambert *et al.*, 1998).

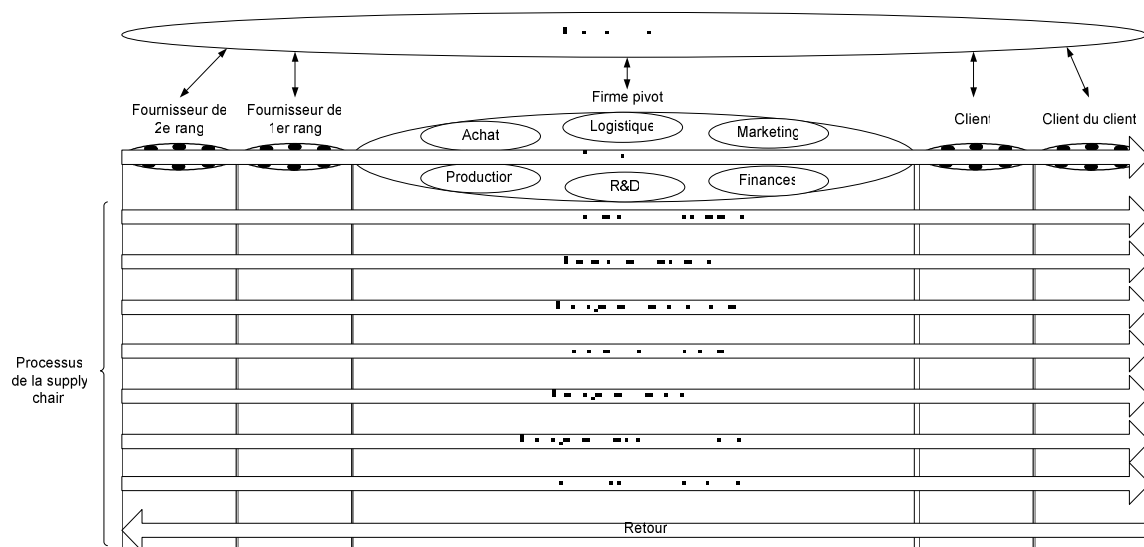


Figure 22. Flux et processus génériques intégrés par la firme pivot et ses partenaires dans une perspective de SCM (Lambert *et al.*, 1998).

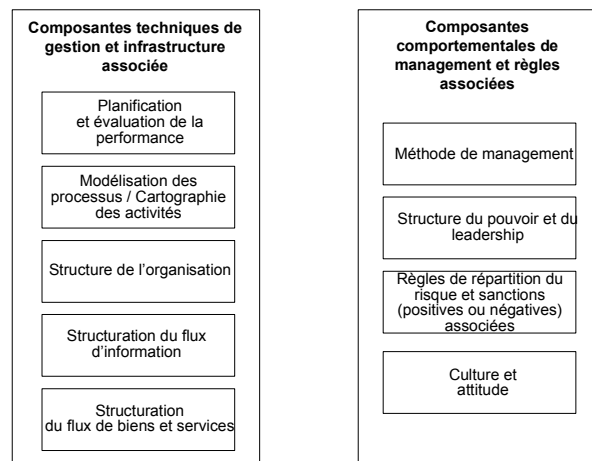


Figure 23. Les composantes de gestion de la Supply Chain (Cooper *et al.*, 1997).

3.4. Approche du SCM issue de la Recherche Opérationnelle

Dans un article (Stadtler, 2005) et un ouvrage (Stadtler et Kilger, 2001) est présentée une vue du SCM issue de la Recherche Opérationnelle. L'auteur positionne les travaux issus de la Recherche Opérationnelle par rapport aux travaux de Christopher sur le SCM et propose sa vision du SCM qu'il définit comme *la démarche permettant l'intégration d'unités organisationnelles le long d'une Supply Chain et la coordination des flux physiques, informationnels et financiers dans le but de satisfaire le consommateur final et d'améliorer la compétitivité de la Supply Chain dans son ensemble*. Il propose de regrouper les méthodes et outils nécessaires à la réussite d'une démarche de SCM dans la maison (figure 24) du Supply Chain Management dans une approche comparable à la "maison de la modélisation des processus d'entreprise" d'ARIS (Scheer, 1990) :

- le toit de la maison du SCM constitue l'objectif d'une démarche SCM, c'est à dire la satisfaction du client final avec l'amélioration de la compétitivité de la Supply Chain dans son ensemble. Ces deux objectifs reposent sur deux "piliers" qui sont l'intégration des membres de la Supply Chain et la coordination des processus ;

- le premier pilier est constitué par l'intégration des membres de la Supply Chain : trois "blocs" permettent de construire ce pilier. Il s'agit de la sélection des partenaires, de l'organisation du réseau Supply Chain et du partage du pouvoir dans la Supply Chain ;

- le deuxième pilier est constitué par la coordination des processus : trois autres blocs permettent de construire ce pilier. Il s'agit de l'utilisation des technologies de l'information et de la communication, du management des processus et de l'utilisation d'outils d'aide à la décision.

Ces deux piliers reposent sur des fondations conceptuelles et académiques issues de plusieurs domaines (logistique, recherche opérationnelle, marketing, théorie des organisation, informatique...)

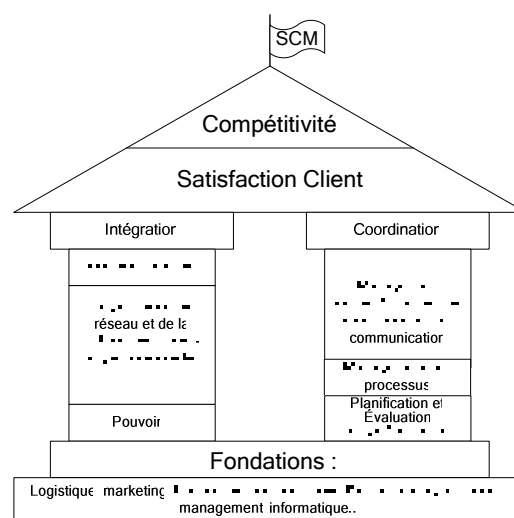


Figure 24. La maison du SCM (Stadtler et Kilger, 2001).

Dans ses travaux, pour chaque "bloc", (Stadtler, 2005) propose systématiquement des pistes "techniques et algorithmiques" pour l'aide à la décision mais aussi des concepts pour le management des hommes. Il montre ainsi que tout problème décisionnel de SCM est lié avec une dimension comportementale et que l'on ne peut pas se lancer dans

une démarche de type SCM sans nier l'existence des deux approches. Le tableau 3 présente une analyse de la démarche de SCM de Stadtler (2001 et 2005) suivant deux dimensions : la dimension aide à la décision et la dimension orientation des comportements pour chacun des blocs de compétences.

	Aide à la décision	Orientation des comportements
Choix des partenaires	Sélectionner des partenaires suivant des contraintes géographiques et financières.	Intégrer la dimension culturelle du partenaire pour voir si la mise en Supply Chain est possible.
Organisation du réseau	Déterminer les partenaires cruciaux et le risque de désagrégation du réseau par leur départ.	Analyser comment éviter les dysfonctionnements de type "hasard moral " et "passager clandestin" ; proposer des mesures permettant de lutter contre ces désagréments.
Pouvoir	Déterminer si le pouvoir dans la Supply Chain est focal (centralisé), polycentrique (décentralisé) (Wildemann, 1997) ou intermédiaire ; déterminer quels types de règles de décisions permettraient un bon fonctionnement de la Supply Chain.	Identifier les contrepouvoirs et les freins à la démarche de SCM.
Technologies de l'information et de la communication	Intégrer les entrepôts de données, market place et sites web pour permettre une meilleure circulation de l'information et utiliser l'information stockée pour les prévisions.	Former les acteurs aux nouvelles technologies.
Reingeneering des processus	Modéliser les processus pour identifier les meilleures pratiques et les dysfonctionnements.	Utiliser les processus issus des meilleures pratiques comme référence pour orienter les acteurs vers l'intégration des processus.
Planification et évaluation de la performance	Déterminer les quantités de produits et services à fournir, livrer, fabriquer ... pour satisfaire le client à court, moyen et long terme ; évaluer la faisabilité de certains scénarii organisationnels.	Fixer des objectifs aux acteurs et organisations de la Supply Chain et sanctionner de manière positive ou négative la performance réalisée.

Tableau 3. Analyse du contenu des six blocs du SCM de (Stadtler et Kilger, 2001).

3.5. Du découplage des fonctions de l'entreprise au découplage des disciplines académiques : le processus intégratif du SCM

L'analyse de différents états de l'art sur le SCM (Croom *et al.*, 2000 ; Tan, 2001 ; Saada *et al.*, 2002 ; Power, 2005) comme l'analyse de pratiques de Supply Chain Management (Cooper *et al.*, 1997 ; Fawcett et Magnan, 2002 ; Vickery *et al.*, 2003) montrent une nécessité du découplage des fonctions de l'entreprise pour que le SCM soit une réussite. Dans le monde de l'entreprise, ce découplage fonctionnel se réalise en partie par le découplage des métiers. Les trois approches étudiées précédemment, malgré leurs origines scientifiques différentes, offrent un certain nombre de caractères communs :

- ces approches présentent un cadre général et détaillé pour l'étude du SCM ;
- le SCM se présente comme une philosophie de management qui se répand d'abord dans une firme pivot puis qui s'étend au fur et à mesure sur l'ensemble de sa Supply Chain ;
- le SCM est d'abord une démarche permettant de passer d'organisations fonctionnelles à une organisation par processus, puis ensuite un ensemble d'outils et de méthodes permettant de manager la collaboration et l'intégration dans la Supply Chain ;
- la gestion de la relation humaine et du leadership dans la Supply Chain est un facteur de réussite de la démarche de SCM ;
- les outils d'aide à la décision et les méthodes de modélisation des processus associées sont un préalable nécessaire à toute démarche de SCM ;
- le découplage des métiers et des fonctions entre l'entreprise et dans l'entreprise est facilité par l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication ;
- le SCM est assis (Stadtler, 2001) sur plusieurs disciplines académiques (la logistique, l'informatique, la Recherche Opérationnelle, le marketing...) et exige une vision plurielle de la démarche de recherche dans le domaine.

(Mentzer *et al.*, 2001) présentent ainsi la démarche SCM (figure 25) comme un processus permettant de découpler les *fonctions intra-organisationnelles*, comme la *collaboration interfirmes*. Selon eux, le processus SCM par le découplage *interfonctions*, *interfirmes*, *inter-métiers* et inter-domaines académiques doit produire des savoirs et savoir faire permettant d'améliorer le fonctionnement et la compréhension des organisations de type Supply Chain.

Dans un article d'un ouvrage (Lièvre et Tchernev, 2004), présentant les interfaces entre management et optimisation (Fabbe-Costes, 2004) précise que les perspectives de travaux interdisciplinaires académiques entre ingénieurs et

gestionnaires se situaient essentiellement dans le domaine de l'aide à la décision et de la modélisation des systèmes d'information. Aussi, nous présentons les enjeux liés aux rôles des systèmes d'information et d'aide à la décision en contexte de SCM dans la section suivante.

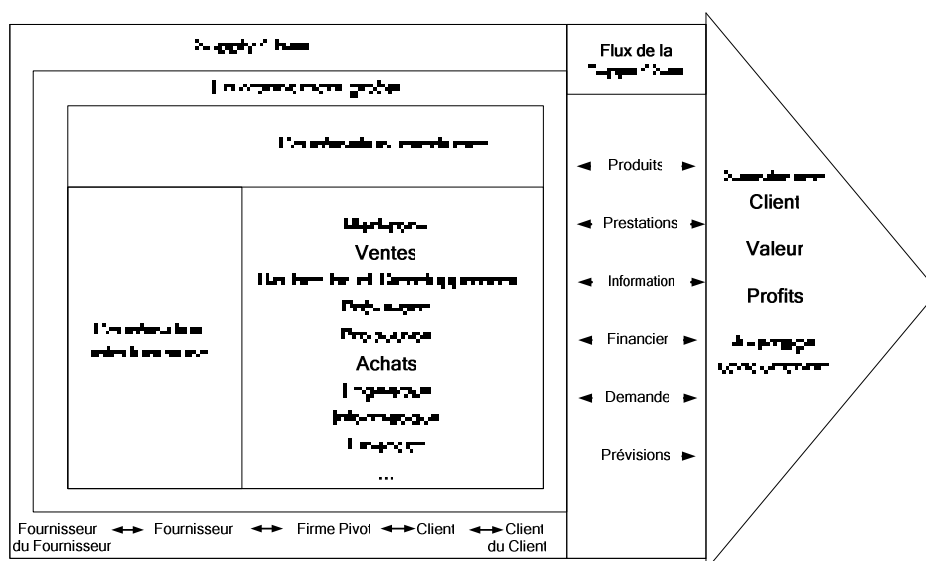


Figure 25. Le processus SCM pour la création de savoirs et de savoirs faire sur la Supply Chain (Mentzer et al., 2001).

Si la plupart des courants du SCM expliquent la nécessité de travailler en contexte transdisciplinaire, la plupart des productions scientifiques restent cloisonnées à leur domaine d'origine.

Dans la suite des travaux présentés dans ce manuscrit, nous considérons que l'intégration des processus logistiques dans le cadre du Supply Chain Management nécessite une volonté forte imposée (ou négociée) par un partenaire clef de la Supply Chain. Aussi, les travaux que nous développons portent sur l'aide à la décision pour la coordination des activités du processus logistique de la Supply Chain et nos propos s'insèrent particulièrement bien dans le cas d'une coordination réalisée par une firme pivot.

4. Aide à la décision dans un contexte de Supply Chain Management

Le management d'une Supply Chain nécessite de prendre un nombre conséquent de décisions sur des horizons et des niveaux décisionnels différents. Un certain nombre d'outils facilitent la préparation de la prise de décision, soit en fractionnant et en décomposant chaque problème de manière indépendante, soit en analysant la Supply Chain dans son ensemble. Dès lors, différents plannings sont élaborés pour le flux physique et leurs conséquences sont parfois évaluées et traduites en éléments de flux financier sous la forme de budgets.

Les problèmes liés à l'aide à la décision en SCM interviennent à plusieurs niveaux. Quels que soient les modèles étudiés, qu'ils s'agissent d'applications dédiées à un problème donné du SCM ou d'une méthode globale, la conception comme le pilotage d'une Supply Chain consiste à déterminer la structure et les moyens qui la composent. Le nombre, la localisation, la capacité de chaque entité de prestation logistique, de stockage, et des centres de traitement des commandes caractérisent la structure de la Supply Chain. Le choix et le dimensionnement des flux à transporter sur chacun des axes reliant les unités de prestation de services (ou de fabrication de produits) comme de stockage ainsi que les sources d'approvisionnement sont également partie intégrante de la structure de la Supply Chain. Le choix des moyens porte sur le dimensionnement de l'équipement, l'agencement des unités et des prestataires de services de support ainsi que les moyens de transport (type, mode d'exploitation, capacité) et les ressources humaines. De manière générique, quelle que soit la Supply Chain étudiée, ces problèmes sont classifiés selon trois niveaux décisionnels (Ballou, 1992) : (i) le niveau stratégique, qui correspond aux problèmes de conception et de construction du réseau Supply Chain ; (ii) le niveau tactique, qui correspond à l'utilisation du réseau et à l'adéquation ressources/besoins de la Supply Chain ; (iii) le niveau opérationnel, qui concerne le pilotage de la Supply Chain à court terme.

L'analyse conduite dans le cadre du Supply Chain Management conduit à se focaliser uniquement sur le flux physique. Notre volonté d'intégrer l'analyse de flux financier comme une contrepartie du flux physique de la Supply Chain et de l'analyser comme tel nous conduit à montrer quel est l'impact de chaque niveau de planification des flux physiques sur la budgétisation des flux financiers.

L'analyse de l'existant dans la manière de concevoir l'aide à la décision sur les flux de la Supply Chain montre simplement la déconnexion qui est faite actuellement dans les processus d'aide à la décision puisque flux physiques et

flux financiers sont décorrélés l'un de l'autre dans la prise de décision. En effet, les acteurs concernés par la prise de décision sur le flux physique de la Supply Chain (acteurs logistiques) ne sont pas les mêmes que ceux qui sont concernés par la prise de décision sur le flux financier de cette dernière (Financiers d'entreprises, Contrôleurs de Gestion, voire Direction Générale). Aussi, l'approche multi flux que nous proposons dans cette section formalise les liens entre flux physiques et flux financiers dans la Supply Chain et dépasse le cadre classique de la logistique d'entreprise (qui se focalise normalement sur les flux physiques et d'information). Nous ne cherchons ni à assimiler la direction logistique "à une seconde direction générale", ni à faire remonter les préoccupations du Supply Chain Management au niveau de la direction générale. Simplement, la mise en perspective de l'aide à la décision sur le flux physique relativement aux flux financiers montre comment, actuellement les processus décisionnels pour le flux physique sont disjointes et décorrélés de ceux du flux financiers.

Nous étudions dans cette section les trois niveaux décisionnels pour le flux physique en contexte de SCM et montrons comment ils sont traduits dans la budgétisation des flux financiers.

4.1 Planification stratégique

Parler stratégie au niveau d'une Supply Chain revient en partie, voire totalement, à analyser la stratégie logistique de la firme pivot. En effet, c'est cette dernière qui est à l'origine de la Supply Chain et qui garantit à la fois sa cohésion et l'intérêt particulier de chaque coalisé (à partir de contrats, de partage de la valeur (Dudek et Stadler, 2005)). Dès lors, d'un point de vue décisionnel, les problèmes d'ordre stratégique concernent la prise de décision pour la firme pivot et se ramènent à trois types de problèmes qui sont tous qualifiés de problèmes de conception du réseau (Stadler, 2001) :

- ◆ la première famille de problèmes concerne la localisation et la capacité des entités physiques dans le réseau ;
- ◆ la deuxième famille de problèmes concerne la relation entre donneurs d'ordre et fournisseurs et la sélection des partenaires ;
- ◆ la troisième famille de problèmes concerne les stratégies de gestion du processus logistique associées avec l'infrastructure (Georgiadis *et al.*, 2005).

Nous présentons ces trois types de problèmes avant de montrer plus globalement comment traduire en éléments de flux financiers les plannings stratégiques et intégrer une démarche collaborative au niveau stratégique.

4.1.1. Conception du réseau physique Supply Chain et de l'infrastructure associée

Le SCM au niveau stratégique inclut un large spectre de type de décisions concernant la structure du réseau physique qui affectent à long terme le développement et le management de la firme pivot (Georgiadis *et al.*, 2005). Classiquement, les problèmes stratégiques concernent la création d'un réseau logistique ou la reconfiguration d'un réseau existant (Pirard, 2005).

Plusieurs études sur le terrain montrent qu'une Supply Chain n'est pas conçue ex nihilo, mais petit à petit, chemin faisant (Cooper *et al.*, 1997 ; Holweg *et al.*, 2005). Dès lors, la conception d'une Supply Chain se rapproche beaucoup plus d'un processus de reconfiguration des processus dans l'esprit de (Hammer et Champy, 1993). Les études de marché, préalable indispensable à toute étude de conception d'un réseau logistique, permettent d'évaluer la capacité du marché à long terme et les objectifs commerciaux associés. En fonction de ces objectifs commerciaux, les Supply Chain Managers vont devoir comparer la capacité du système actuel à satisfaire la demande future au moindre coût, et tester un certain nombre d'hypothèses pour re-concevoir le réseau logistique en prenant comme hypothèse de base la situation actuelle et en testant divers changements/créations notables au niveau de l'infrastructure. Ces changements/créations concernent :

- ◆ la détermination du nombre des entités physiques de la Supply Chain ainsi que le rôle de chaque entité de la Supply Chain (stockage, production, distribution...) ou le problème d'allocation d'activités (Pirard, 2005) ;
- ◆ la localisation et la capacité des entités physiques de distribution, de production et de stockage (Terzia et Cavalieri S., 2004) ;
- ◆ le routage des flux de matières à travers le réseau logistique (Goetschalckx *et al.*, 2002) ;
- ◆ le choix des technologies d'aide à la décision et le système d'information associé (Steger-Jensen et Svensson, 2004) ;
- ◆ le choix des technologies permettant la communication de l'information dans les entités et entre les entités (Selk *et al.*, 2006).

Au delà du contexte prévisionnel (l'incertitude sur des prévisions de long terme est forcément beaucoup plus grande que sur des prévisions de court terme), la complexité décisionnelle d'une décision stratégique provient de l'interaction entre chaque type de problèmes. Dès lors, certains problèmes sont couplés et seule une résolution globale permet de donner une meilleure information pour la prise de décision (Power, 2005). La conception physique du réseau ne préjuge

absolument pas de la manière de coordonner les activités dans la Supply Chain (par le marché / par la hiérarchie). Cet aspect stratégique du SCM dépend principalement d'approches managériales, culturelles, comportementales. Cependant, les outils d'aide à la décision peuvent contribuer à améliorer la prise de décision dans ce domaine du SCM.

4.1.2. Sélection du mode de coordination entre les entités physiques de la Supply Chain

Le concept de SCM insiste sur l'aspect partenarial qu'entretient la firme pivot avec ses partenaires. (Handfield et Bechtel, 2002) proposent un modèle permettant d'expliquer et de formaliser une relation privilégiée entre les partenaires de la Supply Chain de la firme pivot au niveau stratégique. Cette relation privilégiée, seule capable de générer de la confiance et donc capable d'améliorer l'agilité de la Supply Chain à long terme, repose sur 4 leviers (ou variables) d'actions et qui sont :

- ♦ la dépendance vis à vis de certains fournisseurs (Doney et Canon, 1997) ; un outil d'aide à la décision permettra ainsi d'identifier les fournisseurs stratégiques dans la Supply Chain (Serel *et al.*, 2001) ;
- ♦ les contrats existants ou non avec ces fournisseurs (Liker et Wu, 2000) ; l'évolution de la relation contractuelle entre les partenaires, et notamment l'intérêt de la collaboration peuvent être modélisés par des approches issues de la théorie des jeux (Corbett *et al.*, 2005 ; Xi et Ai., 2006) ;
- ♦ la spécificité des actifs externalisés/ou internalisés ; selon la théorie des coûts de transactions (Williamson, 1988), une firme aura tendance à recourir à l'internalisation sur des actifs spécifiques, uniques, et externalisera ses actifs non spécifiques. Dans le cadre d'une Supply Chain (Hult *et al.*, 2000), la firme pivot peut choisir d'externaliser des actifs spécifiques et stratégiques sous réserve que son partenaire s'engage sur le long terme, de manière contractuelle (Rokkan et Buvik, 2003). Dans le cadre du modèle de (Handfield et Bechtel, 2002), c'est l'absence de confiance qui est à l'origine de la décision d'internaliser pour la firme pivot. L'identification des actifs à internaliser/externaliser à long terme est réalisée sous la forme d'arbitrage décisionnel permettant de dégager le maximum de valeur pour les clients et les actionnaires de la firme pivot (Bucklay et Hachai, 2006) ;
- ♦ la spécificité du capital humain associé (Handfield and Krause, 1999) ; d'un point de vue décisionnel, il va s'agir ici d'identifier les ressources humaines et de planifier sur le long terme la mixité entre personnel de la firme pivot et partenaires dans les équipes travaillant avec des actifs spécifiques pour garder le contrôle de ces derniers (Dyer, 1997).

(Handfield et Bechtel, 2002) identifient, à partir d'une étude sur plus de 500 acheteurs dans plusieurs centaines de Supply Chains différentes, un certain nombre de liens causaux entre ces variables décisionnelles dont l'objectif est de permettre de construire des relations de confiance à très long terme pour améliorer l'agilité (Christopher, 1999) de la Supply Chain. La figure 26 reprend l'approche de (Handfield et Bechtel, 2002) et identifie pour chaque variable le rôle des outils décisionnels dans une optique stratégique de la collaboration dans la Supply Chain.

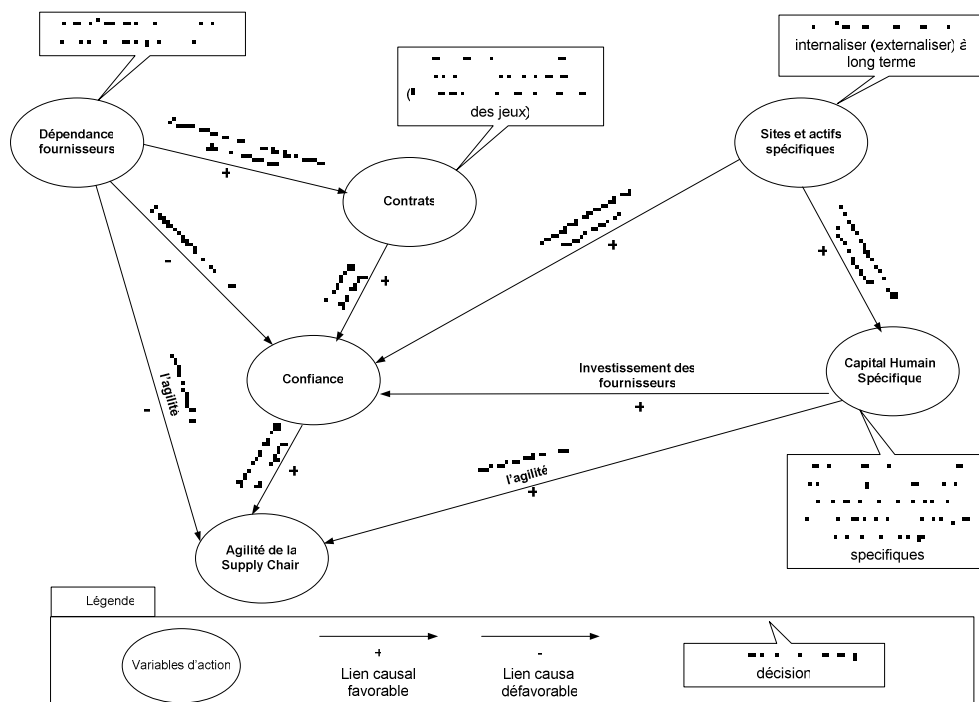


Figure 26. L'impact des outils d'aide à la décision dans le développement à long terme des relations entre organisations dans une perspective de Supply Chain Management.

4.1.3 Stratégies de fonctionnement du réseau

L'aide à la décision en contexte de SCM ne consiste pas seulement à concevoir le réseau Supply Chain et les modes de coordination entre les entités de la Supply Chain. Les processus logistiques contenus dans la Supply Chain sont régis par des stratégies différentes. Le choix de telle ou telle stratégie de gestion entre chaque entité, ou de manière globale, va affecter les résultats à long terme de la Supply Chain. Le choix d'une stratégie de gestion pour les activités de la Supply Chain est ainsi une décision stratégique, même si son impact peut se mesurer très concrètement de manière opérationnelle.

La distribution inter-entreprises a pour fonction de prendre les produits en sortie de la production (on distribue sur le marché ce qui a été produit), sans contrôler le déclenchement de leur élaboration. Il en découle donc des dysfonctionnements qui se traduisent par des ruptures de stocks ou des sur-stockages.

L'objectif de la collaboration par des stratégies de production tend à adapter de manière "parfaite" des séquences et des rythmes de production identiques à ceux de la distribution. L'association de la production flexible et de la logistique permet de mettre au point une stratégie nouvelle de mise en "temps réel" de la production.

La production peut être réalisée soit sur demande (on ne produit que si l'on a une commande ferme (systèmes "Pull")), soit sur la prévision des ventes ou sur les stocks (systèmes "Push"). Ce sont deux philosophies différentes de management des processus logistiques (Bowersox *et al.*, 1999).

Produire à partir de prévisions présente des avantages puisqu'on peut planifier la production, réaliser l'ordonnancement des opérations, programmer le changement d'outillage...

Entre ces deux philosophies, il existe une situation intermédiaire : la production d'un produit est réalisée en avance jusqu'à un certain stade d'élaboration, le produit étant achevé après la réception d'une commande de client. L'exemple typique est celui de l'industrie automobile, où l'assemblage définitif d'un véhicule est activé après la commande d'un client.

Chaque mode de production a ses avantages et ses inconvénients. Les recommandations qui pourraient être proposées résident dans le choix stratégique de la firme pivot. Ce choix dépend des réponses aux questions suivantes :

- Le processus de fabrication à la commande est-il justifié ou possible ?
- A quelle étape de la production d'un produit doit-on affecter le produit à une commande client ?
- Quel est le rôle de la distribution dans le fonctionnement de la production ?

Il s'agit de déterminer le moment de prise en compte de la commande dans le cycle de production d'un produit, ou le moment où un produit, en cours de production, est affecté à un client identifié. Ce moment de prise en compte d'une commande est fondamental car il est l'interface entre deux modes de gestion opérationnels des flux : les flux "poussés" et les flux "tirés". La détermination du point de découplage (Hoekstra et Romme, 1992), point qui sépare la partie de la Supply Chain qui travaille sur commande de la partie de la Supply Chain qui travaille sur stocks ou à partir de prévisions est un problème d'ordre stratégique (Pirard, 2005 ; Olhager, 2003). (Naylor *et al.*, 1999) définissent 5 manières de faire fonctionner une Supply Chain et assimilent chaque stratégie de fonctionnement à un type de Supply Chain imposé à toute les entités de l'infrastructure physique du réseau (figure 27) :

- ♦ le premier type de Supply Chain fonctionne suivant le principe des achats à la commande ou *buy to order*. Ce type de fonctionnement n'est possible que si tous les produits/services fournis par la Supply Chain sont uniques et ne contiennent pas les mêmes matières premières. Dans le cas où des stocks sont constitués, le risque d'obsolescence des produits finis, voire des matières associées, est grand ;
- ♦ le second type de Supply Chain fonctionne suivant une stratégie de fabrication à la commande (*make to order*). A partir de matières premières (de fournitures) chaque commande va pouvoir être différenciée. Cependant, compte tenu des délais de fabrication, le consommateur, qui reçoit une offre différenciée doit être prêt à accepter un délai de livraison relativement long. Compte tenu de la standardisation des composants que l'on retrouve classiquement dans ce genre de Supply Chain, les risques liés à l'obsolescence du stock de composants ou de matières premières sont très faibles ;
- ♦ le troisième type de Supply Chain place le point de découplage entre la production et l'assemblage. Des composants sont fabriqués à l'avance, sur prévision, et leur assemblage pour livrer le client est réalisé à la commande (*Assemble to order*). Ce mode de fonctionnement permet, dans des processus complexes de retarder au maximum la fabrication sur stock tout en maintenant un mix produits large. Ce type de gestion de la Supply Chain peut conduire à des stockages de composants au niveau du point de découplage assez importants si il y a des écarts conséquents entre les prévisions commerciales et la réalité ou inversement à une baisse de la satisfaction client si la demande est plus élevée que prévue ;
- ♦ les quatrièmes et cinquièmes types de Supply Chain placent le point de découplage après la fabrication du produit final (*make to stock*). Seule la problématique du réseau de distribution fixe le positionnement du point de découplage en sortie de l'usine ou en entrepôt pour alimenter les réseaux de distribution. Ces deux derniers types de stratégies de gestion de la demande se font exclusivement par rapport à des prévisions.

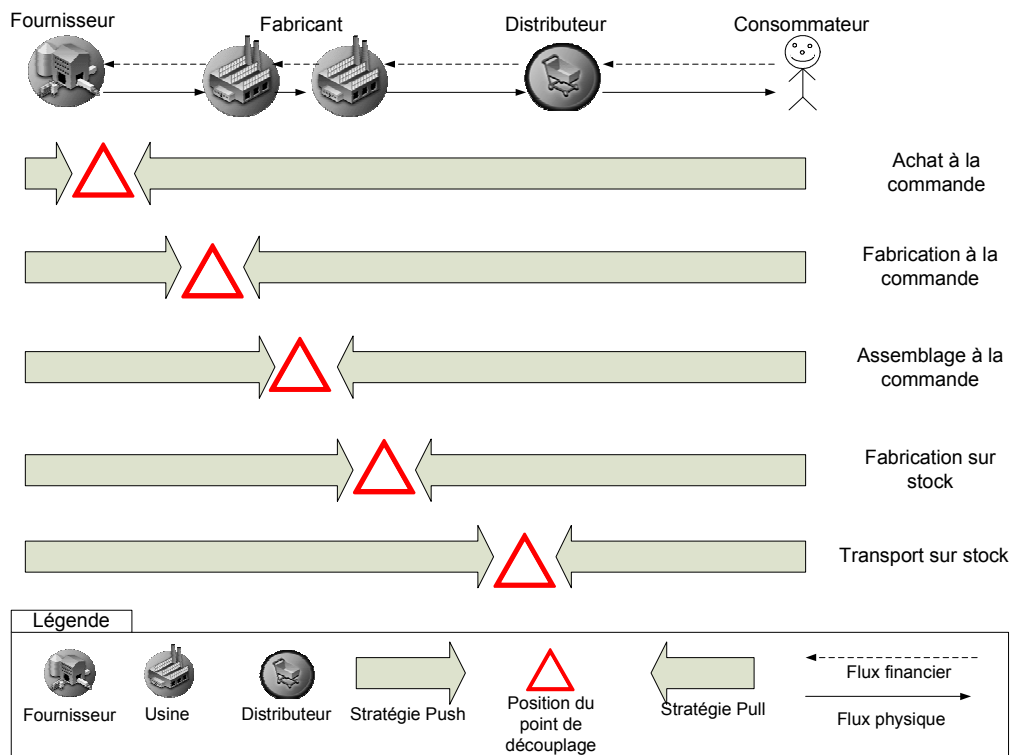


Figure 27. La position du point de découplage dans la Supply Chain et les stratégies de gestion associées (adapté de Hoekstra et Romme, 1992)

Une position du point de découplage le plus en amont dans la Supply Chain permet de retarder la différenciation de l'offre des produits (product postponement) et constitue un changement des rapports entre acteurs dans la Supply Chain (Carbone, 2004).

4.1.4 Traduction des planifications stratégiques du flux physique en éléments de flux financier

Si les outils de la planification stratégique (Ackoff, 1973 ; Ansoff 1979) s'utilisent dans le cadre du SCM, les critères traditionnels de choix des investissements liés aux décisions stratégiques se reprennent également. Toute décision stratégique, qu'elle concerne l'infrastructure du réseau, la sélection des partenaires et l'arbitrage entre internalisation et externalisation, ou le choix d'une stratégie de gestion de la chaîne, s'analyse suivant les critères classiques issus de l'analyse financière. La firme pivot de la Supply Chain choisira la solution permettant le meilleur retour sur investissement, ou la solution permettant de maximiser les cash-flows pour elle, mais aussi permettant de partager un peu de valeur avec les membres de la Supply Chain. (Abdel-Kader et Dugdale, 2001) proposent un modèle permettant de traduire toute décision stratégique du flux physique de tout système organisationnel en éléments de flux financiers pour la prise de décision. Adapté sur la Supply Chain (figure 28), le modèle de (Abdel-Kader et Dugdale, 2001) montre comment toute décision du flux physique impacte le flux financier et propose quelques critères pour permettre une prise de décision orientée satisfaction des actionnaires (sous contrainte de la satisfaction des clients).

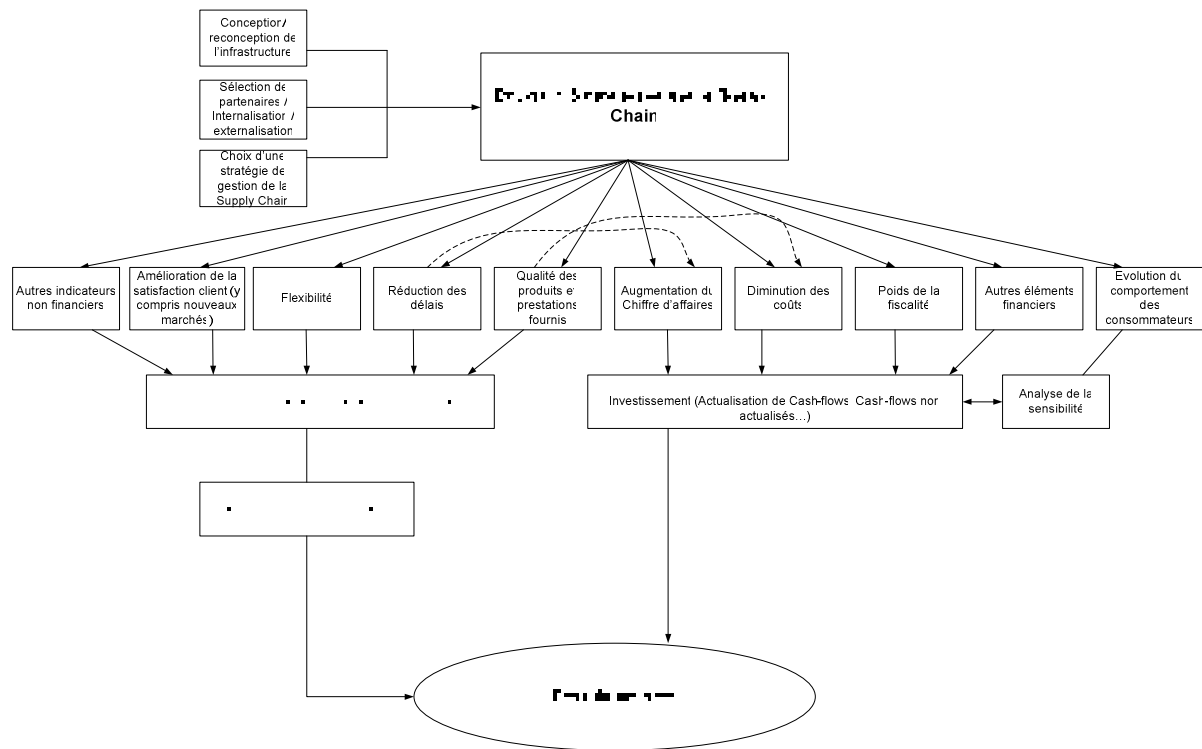


Figure 28. Traduction des décisions stratégiques de la Supply Chain en éléments de flux financiers pour la prise de décision (adapté d'Abdel-Kader et Dugdale, 2001).

4. 2. Planification tactique

Les décisions stratégiques mettent en place le réseau Supply Chain. La planification tactique consiste à occuper le mieux possible les entités physiques du réseau Supply Chain et à configurer les flux de cette dernière. La gestion des flux d'une Supply Chain amène à différencier trois types de problématiques de planification (Tchernev, 1997) :

- ♦ l'amont, où la planification consiste à programmer les achats, la livraison et l'approvisionnement des unités de production ainsi que le transport et le stockage ;
- ♦ les unités de productions, où la planification prévoit la circulation et la gestion des en-cours, l'approvisionnement des unités de production et de stockage ;
- ♦ l'aval, où la planification doit prévoir les volumes à livrer pour satisfaire la demande.

L'intégration des flux au niveau tactique consiste à conduire l'activité de la Supply Chain en fonction de l'aval : c'est la prévision de la demande qui va tirer l'activité de production (ou de prestation) et les besoins associés en fournitures. L'intégration et la collaboration, notamment au niveau des prévisions, constituent un enjeu décisionnel majeur au niveau tactique pour que l'aide à la décision fournie soit la meilleure possible. Nous développons tout d'abord les modalités de la collaboration pour les partenaires de la Supply Chain dans le *flux de prévisions* (Ballou, 2004), tout en montrant l'imbrication des différents plannings tactiques pour les activités du processus logistique. La traduction des différents plannings en unités de flux financiers sous forme de budgets est présentée dans un deuxième temps.

4.2.1. Collaboration dans la Supply Chain et planification tactique des flux à partir de la demande

Intégrer les processus de la Supply Chain pour satisfaire le consommateur final suppose de la flexibilité. Pour créer de la flexibilité, tout en réduisant le risque de Bullwhip effect (Lee *et al.*, 1997), les membres de la Supply Chain doivent synchroniser leurs décisions. Cette synchronisation passe par le partage de l'information. Au niveau tactique, le partage de l'information commence par le partage des prévisions d'activités, qui se traduit par l'enchaînement de la planification de l'activité entre entités. Plusieurs auteurs (Ireland et Bruce, 2000 ; Simatupang et Sridharan, 2005) traduisent cet état de fait représentant la collaboration et la transmission d'informations de prévisions sous le terme CPFR ou Collaborative Planning Forecasting and Replenishment, ce qui signifie en traduction littérale "Planification collaborative prévisionnelle et réapprovisionnement" (figure 29). Le CPFR prend tout son sens au niveau tactique (Van Landeghem et Vabmaele, 2002 ; Danesea *et al.*, 2004), puisque c'est à ce niveau que les bonnes prévisions d'activité permettent de prévoir les périodes de sur et de sous activités pour chaque entité de la Supply Chain.

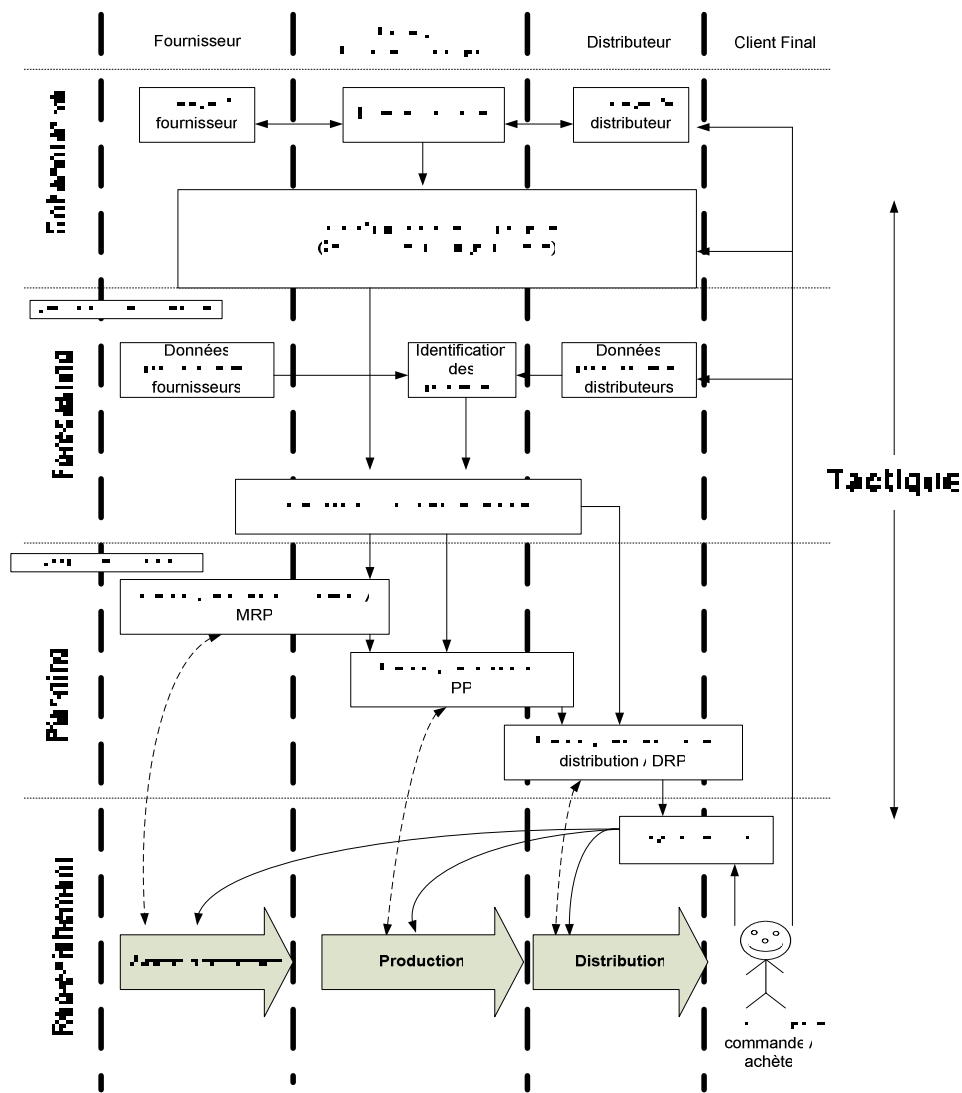


Figure 29. Intégration des différentes étapes dans le CPFR pour la Supply Chain (adapté de Simatupang et Sridharan, 2005).

L'intérêt de partager l'information au niveau de la prévision de la demande permet de construire des plannings tactiques collaboratifs qui sont plus robustes, c'est à dire des plannings qui permettent une meilleure adaptation de la Supply Chain lors des phases d'exécution. La figure 30, tirée de (Van Landeghem et Vanmaele, 2002) explique la confrontation entre prévisions et planning de la Supply Chain au niveau tactique. Dans le cas où un planning optimal de la Supply Chain ne soit pas réalisable (temps de calcul, complexité...), le processus de confrontation entre DCP (Demand Chain Planning) et SCP (Supply Chain Planning) est itéré jusqu'à ce qu'un planning jugé satisfaisant par les partenaires de la Supply Chain soit trouvé.

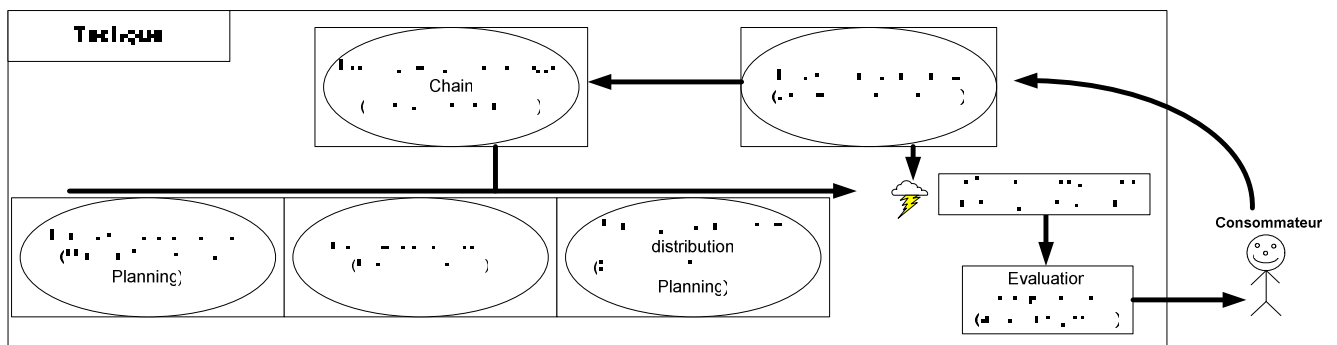


Figure 30. L'évaluation de la satisfaction client au niveau tactique (Van Landeghem et Vanmaele, 2002).

Le DCP est obtenu à l'aide des prévisions de la demande fournies par les entités du canal transactionnel, tandis que le SCP est fourni à l'aide des informations issues du canal logistique. Le SCP est composé de trois plannings inter-reliés et qui sont (Pirard, 2005) :

- ◆ le plan des besoins de distribution (ou Distribution Requirement Planning, DRP) : le DRP détermine sur la base de la demande, estimée par les prévisions de la demande à moyen terme, les quantités à transporter sur les différents arcs du réseau de distribution ainsi que le niveau de stock à conserver dans les différents unités de stockage. Ce plan, qui traduit un compromis entre les coûts de stockage et les coûts de transport, doit satisfaire la demande et respecter les capacités disponibles pour le stockage et le transport. La coordination des flux de matières est garantie si les décisions sont cohérentes avec celles prises au niveau de la planification tactique de la production.
- ◆ le plan directeur de production (ou Production Planning, PP) : le planning de production détermine pour chaque site les quantités globales de produits finis, produits semis finis ou prestations à réaliser pendant la période de l'horizon de planification. Ce planning cherche à affecter les ressources (matières, main d'œuvre, équipement) selon le meilleur usage du point de vue des coûts. A ce stade, l'infrastructure est considérée comme étant fixe ; le Supply Chain Manager peut faire varier le taux d'utilisation selon les besoins en décidant par exemple le recours aux heures supplémentaires ou l'engagement de personnel. L'horizon de planification doit être significatif, c'est à dire assez long pour prendre en compte les fluctuations saisonnières et y répondre. Ce plan est élaboré pour satisfaire la demande prévisionnelle.
- ◆ le plan des besoins matières (ou Material Requirement Planning, MRP) : le MRP détermine les quantités, dates de fabrication, d'assemblage et de commande des matières premières et des composants constituant les produits et services à destination des clients finaux. Ce plan est construit à partir du planning de production, des nomenclatures, et de diverses contraintes liées au niveau de stocks. Le MRP permet de spécifier les volumes à fournir, les dates, les lieux de livraison voire les prix .

L'aide à la décision à horizon tactique permet de formaliser et de trouver le meilleur compromis entre des contraintes parfois contradictoires :

- ◆ les contraintes commerciales - disposer rapidement de produits - nécessitent une production très flexible et demande une production en petites séries ;
- ◆ les contraintes financières - diminuer les stocks de matières premières, des composants, des sous-ensembles et des produits finis - suppose de standardiser le plus possible les produits ;
- ◆ les contraintes de production - qui n'admettent pas les ruptures, les arrêts et les reconfigurations des unités de production - préfèrent travailler par grandes séries avec des stocks volumineux de sécurité.

L'équilibre entre ces trois objectifs demande une planification tactique des activités de la Supply Chain pour satisfaire au mieux la demande : la nature de produits/de services ; la quantité à produire ; la capacité de production. Les besoins en ressources et en matières premières sont ainsi autant d'éléments à prendre en compte à ce niveau temporel de planification.

4.2.2. Traduction des planifications tactiques du flux physique en éléments de flux financiers

Dans une firme, la planification à horizon tactique du flux financier est traditionnellement réalisée sous forme de budgets (Anthony, 1988). Cette planification consiste à évaluer différents scénarii de gestion et à valoriser les différents plans tactiques. Le budget constitue alors autant un outil d'orientation des comportements (fixation d'objectif) qu'un outil d'aide à la décision. En contexte Supply Chain, la planification tactique du flux financier est aussi subie car il y a accord sur un prix, ou au moins sur une fourchette de prix. Les budgets ne matérialisent que la traduction de l'activité prévisionnelle de la Supply Chain, de manière quasiment identique au contexte intra organisationnel. Par contre la méconnaissance des coûts internes aux organisations peut conduire la firme pivot à prendre des mesures qui soient défavorables à certains partenaires sans en avoir forcément conscience.

En contexte de Supply Chain, lorsque l'on est à l'intérieur d'une firme, les flux de biens et services sont valorisés sous forme de prix de cession (Goetschalckx *et al.*, 2002) et la firme est organisée sous forme de business unit. Lorsque l'on dépasse les frontières de l'organisation le flux de biens et services se trouvent valorisés sous la forme d'un prix négocié durablement. On peut se poser légitimement la question de la différence entre un prix de cession, négocié à moyen terme entre entités d'un même groupe (Lebas, 1996 ; Gerstner, 2002 ; Bouquin, 2004) et un prix négocié entre partenaires industriels en contexte de Supply Chain Management. En effet, le caractère durable de la relation de Supply Chain fixe la valorisation des activités entre partenaires suivant un horizon comparable à celui du prix de cession négocié entre les entités d'une même firme. Il y a peu de différences entre une firme organisée en business unit et traversée par un processus logistique dont les activités sont valorisées par des prix de cession et une Supply Chain coordonnée par une firme pivot et des entités externes dont les prix sont négociés durablement. Un des écarts entre les deux types de structure organisationnelle (la Supply Chain interne et la Supply Chain externe), d'un point de vue structure des budgets, se trouve dans la manière de consolider les données dans les budgets et dans le partage de l'information financière.

La figure 31 présente la valorisation des plannings en contexte de Supply Chain et donc la traduction des prévisions du flux physique en unités de flux financiers à horizon tactique.

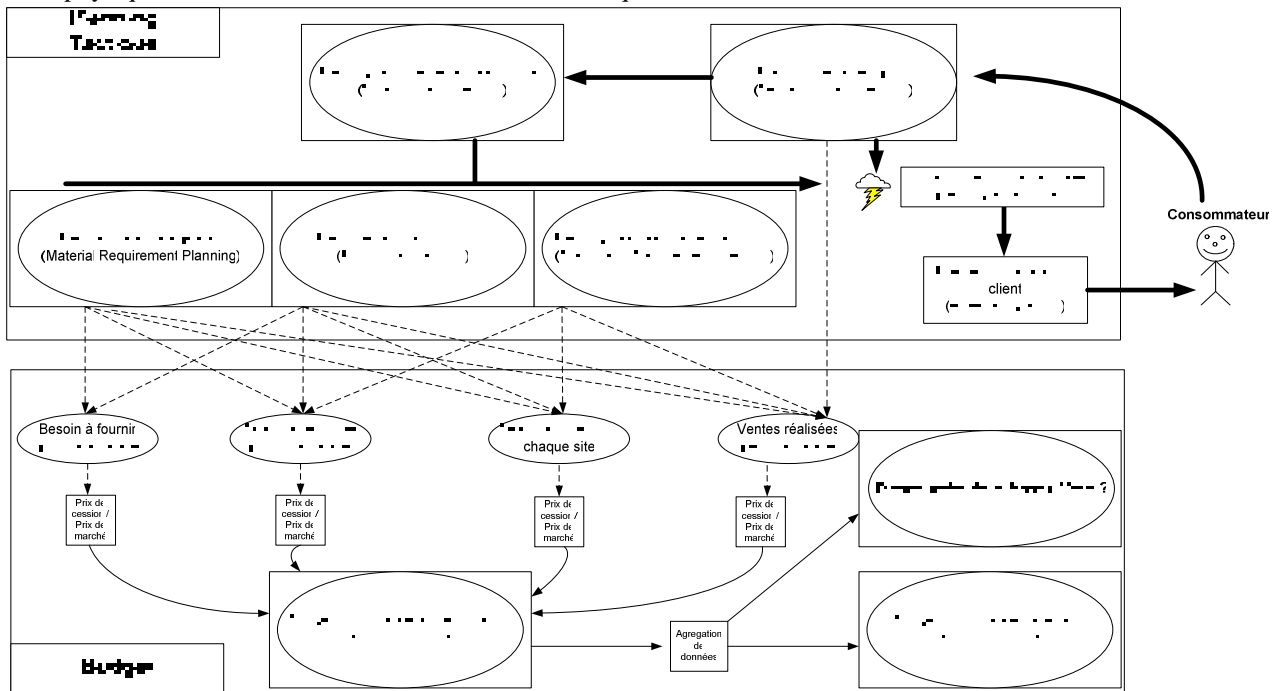


Figure 31. Traduction des plannings du flux physique en éléments de flux financier dans une Supply Chain quelconque.

Concrètement, la valorisation des activités du flux physique et leur traduction en éléments de flux financier sont réalisées suivant le process indiqué dans la figure 31. Ce processus de valorisation est effectué localement, dans chaque unité physique de la Supply Chain, de manière décentralisée. Compte tenu du cloisonnement entre firmes, c'est à l'intérieur de chaque firme que sont valorisées les unités du flux financier : dans le cadre d'une Supply Chain Externe, le budget global de la Supply Chain est quasiment impossible à estimer.

Dans le cadre d'une Supply Chain interne, le processus indiqué dans la figure 31 reste vrai et le budget global de la Supply Chain correspond au budget opérationnel de la firme (hors opérations de la technostucture (Mintzberg, 1994)). Il est également possible de substituer le processus de la figure 31 par celui de la figure 32 en valorisant directement les différents plannings tactiques de la Supply Chain interne sans avoir besoin de désagréger l'information au niveau des sites.

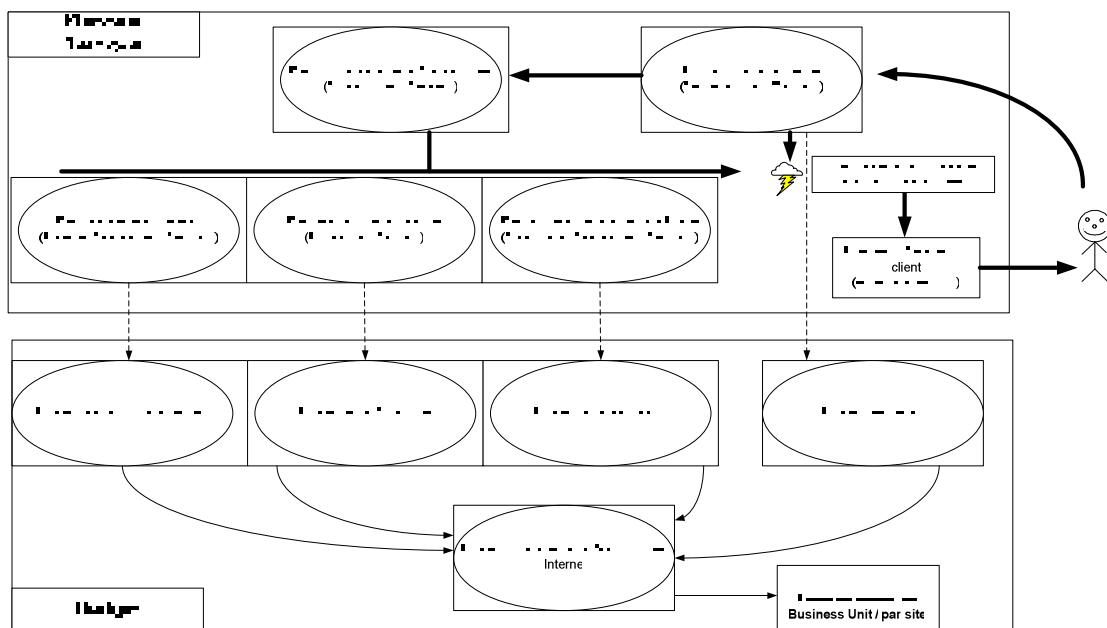


Figure 32. Traduction des Plannings du flux physique en éléments de flux financier dans une Supply Chain Interne.

4.3. Planification opérationnelle

La planification tactique a permis de répartir le travail dans chaque unité de la Supply Chain. La phase opérationnelle consistera donc à prévoir l'ordre dans lequel seront réalisées les différentes opérations prévues au niveau tactique. Niveaux tactiques et niveaux opérationnels sont *intimement liés* (Widmer, 1990). Dans cette sous section, nous insistons particulièrement sur les aspects décisionnels au niveau opérationnel tout en montrant l'imbrication de ce niveau avec le niveau tactique. Nous présentons ensuite le mécanisme de traduction des planifications opérationnelles en unités de flux financiers.

4.3.1 Collaboration dans la Supply Chain et planification opérationnelle

Pour parvenir à satisfaire les demandes des clients à court terme, il faut gérer l'écoulement des flux de matières tel que les quantités requises soient présentes aux bons endroits et au moment voulu (Tchernev, 1997). Le mécanisme est le même qu'au niveau tactique : c'est la demande qui génère l'activité de la Supply Chain. Cette demande est soit évaluée par des techniques de prévisions, soit correspond aux commandes réelles des clients du système. La prévision de la demande à court terme repose sur les statistiques commerciales (historiques de vente), la prévision marketing, les ordres des clients en cours de livraison, et les nouveaux ordres de livraison. En fonction de l'information sur l'état des stocks, du niveau du stock de sécurité, et des ordres en cours de livraison, des ordres de livraison et des commandes de produits finis sont émis. Les ordres de livraison reçus, des décisions sont prises, et les quantités économiques de livraison, la planification des véhicules et l'ordonnancement des tournées de véhicules sont déterminés. L'ajustement journalier ou hebdomadaire (si le domaine d'intervention de l'entreprise le demande) prend en compte la situation réelle du marché ou de la demande des clients. Les commandes de produits finis/de services à fournir sont calculées au moyen de la différence entre la demande à satisfaire et la quantité disponible. L'évaluation de cette différence permet de produire les quantités réellement nécessaires. Les commandes de produits finis vont générer le calcul des besoins en produits finis/en services, la quantité et le type de sous-ensembles à produire ainsi que les services associés. A chaque étape de l'élaboration d'un produit final, ou d'un service, la différence entre la demande et la ressource disponible donne, pour l'étape précédente, une demande à satisfaire sous les contraintes "délais de production/prestation" et "délais de livraison". Le calcul des besoins en éléments finis, en sous-ensembles, en pièces usinées, en matières premières et composants génère des décisions concernant :

- le lancement et l'ordonnancement des produits à livrer et des services à prester ;
- le lancement et l'ordonnancement du montage des produits finis ;
- le lancement et l'ordonnancement de l'assemblage des sous-ensembles nécessaires aux produits finis et aux services à fournir ;
- le lancement et l'ordonnancement des livraisons des matières premières et des composants.

La figure 33, adaptée de (Tchernev, 1997) présente le mécanisme de collaboration entre les processus opérationnels de la Supply Chain et le niveau décisionnel associé ainsi que leur imbrication avec le niveau décisionnel tactique.

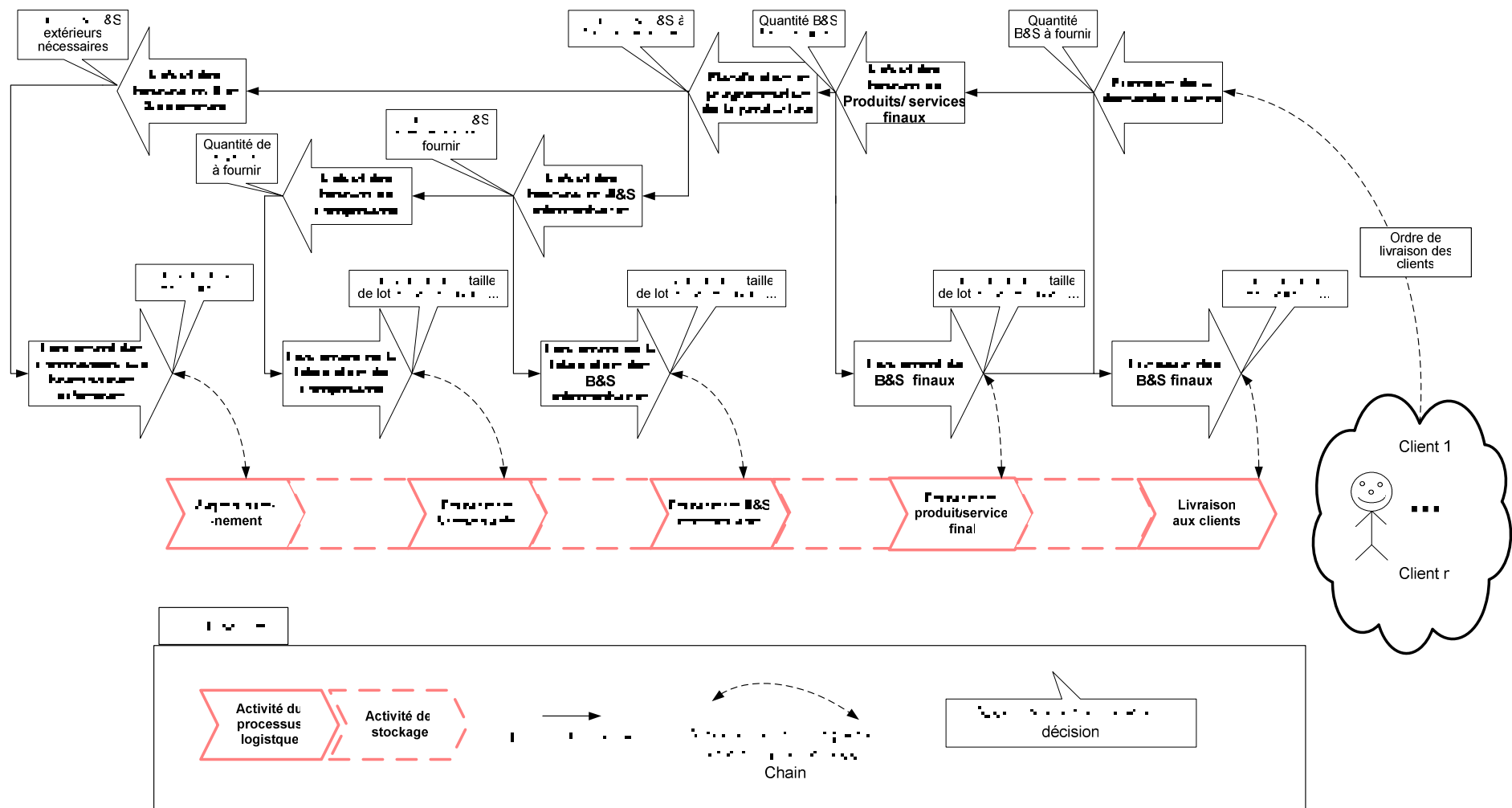


Figure 33. Gestion intégrée des activités du processus logistique au niveau opérationnel (adaptée de Tchernev, 1997).

4.3.2. Traduction des planifications opérationnelles en éléments de flux financiers

Les variations entre les encaisses et les décaissements du flux de trésorerie d'une firme faisant partie d'une Supply Chain proviennent pour une grande part directement des opérations du flux physique : en effet, les sorties d'argent correspondent aux sorties liées avec les commandes fournisseurs, tandis que les entrées correspondent directement aux livraisons clients. De plus, traditionnellement, la date de livraison d'un produit, ou de réalisation d'une prestation est une date importante d'un point de vue gestion opérationnelle de trésorerie car c'est à partir de cette date, matérialisée par une facture, que commence à courir le délai de paiement accordé. Il existe des encaissements et des décaissements "fixes" sur lesquels le gestionnaire de trésorerie n'a aucune prise (remboursements d'emprunts, salaires,...). Par contre le délai de paiement accordé à un client où accordé par un fournisseur va impacter de manière sensible la position de trésorerie de la firme. De même, le fait de choisir de favoriser un client plutôt qu'un autre va impacter la trésorerie de manière mécanique avec un décalage fonction du délai de paiement. Ces derniers sont très souvent différenciés suivant les types de clients, (tableau 4) le domaine d'activité et le pays (figure 34).

	Client Final	Centrales d'achats	B2B
Délai de paiement	Immédiat à compter de la livraison/ de l'exécution de la prestation.	De 45 jours à 120 jours à compter de la date de livraison / d'exécution de la prestation.	De 20 à 90 jours à compter de la date de livraison / d'exécution de la prestation.

Tableau 4. Les habitudes de paiements suivant le canal de distribution (Observatoire de la Banque de France, 2005).

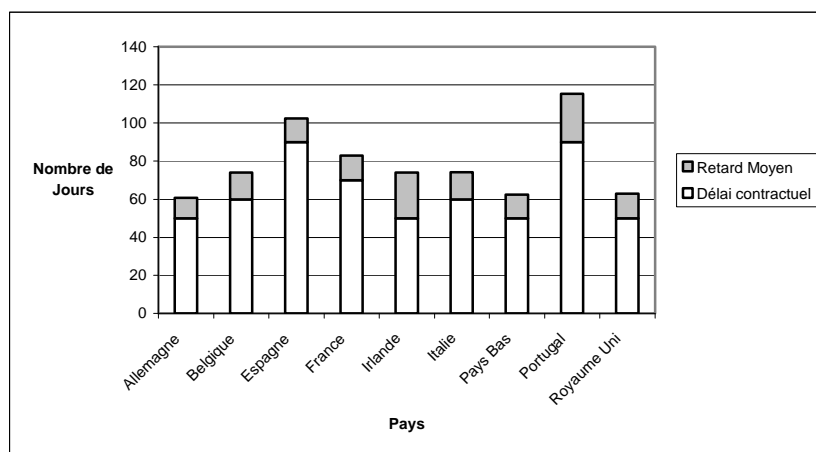


Figure 34. Délai contractuel de paiement et retard moyen en 2005 dans l'Union Européenne (BIL, 2006).

Au niveau opérationnel, la planification des flux financiers est régie de longue date dans les entreprises par le modèle de Miller Orr (Miller-Orr, 1966). Géré de manière opérationnelle, l'argent d'une firme est un facteur clé de succès évident pour cette dernière. L'objectif du gestionnaire de trésorerie est de couvrir jour après jour les dépenses sans toutefois dégager un excédent trop important car l'argent n'est pas un actif productif. En gardant trop d'argent sur ses comptes, une firme perd les intérêts (coût d'opportunité) de placer ce surplus sur des actifs rémunérés. Inversement, en dépassant régulièrement les plafonds de trésorerie autorisés par les banques, le gestionnaire de trésorerie peut risquer de mettre son entreprise dans une situation délicate. Cela implique qu'une firme doit maintenir un équilibre entre l'argent non productif maintenu sur ses comptes avec celui investi sur des placements à court ou moyen terme. A court terme, le gestionnaire de trésorerie va ordonnancer (Dubois, 1997) ses encaissements et ses décaissements : la position de trésorerie est ainsi chaque jour suivie et les encaisses excédentaires sont placées au jour le jour tandis que les journées de position à découvert supposent un recours à divers crédits bancaires voire au retard de paiement.

Une Supply Chain n'est pas un paravent anti-faillite, mais au contraire, si le flux financier n'est pas régulé entre les partenaires, un facteur aggravant de risque (Chen et Chen, 2005) : les difficultés puis la faillite de l'un des partenaires entraînant en cascade les autres membres de la coalition. Pour contrecarrer ce risque, les partenaires peuvent envisager diverses mesures de partage du risque financier à court terme qui prennent tous leur sens dans les Supply Chain orientales de type Keiretsu (Ellram et Cooper, 1993). La figure 35 présente ainsi la traduction des éléments du flux physique en élément du flux financier dans le cadre d'une Supply Chain

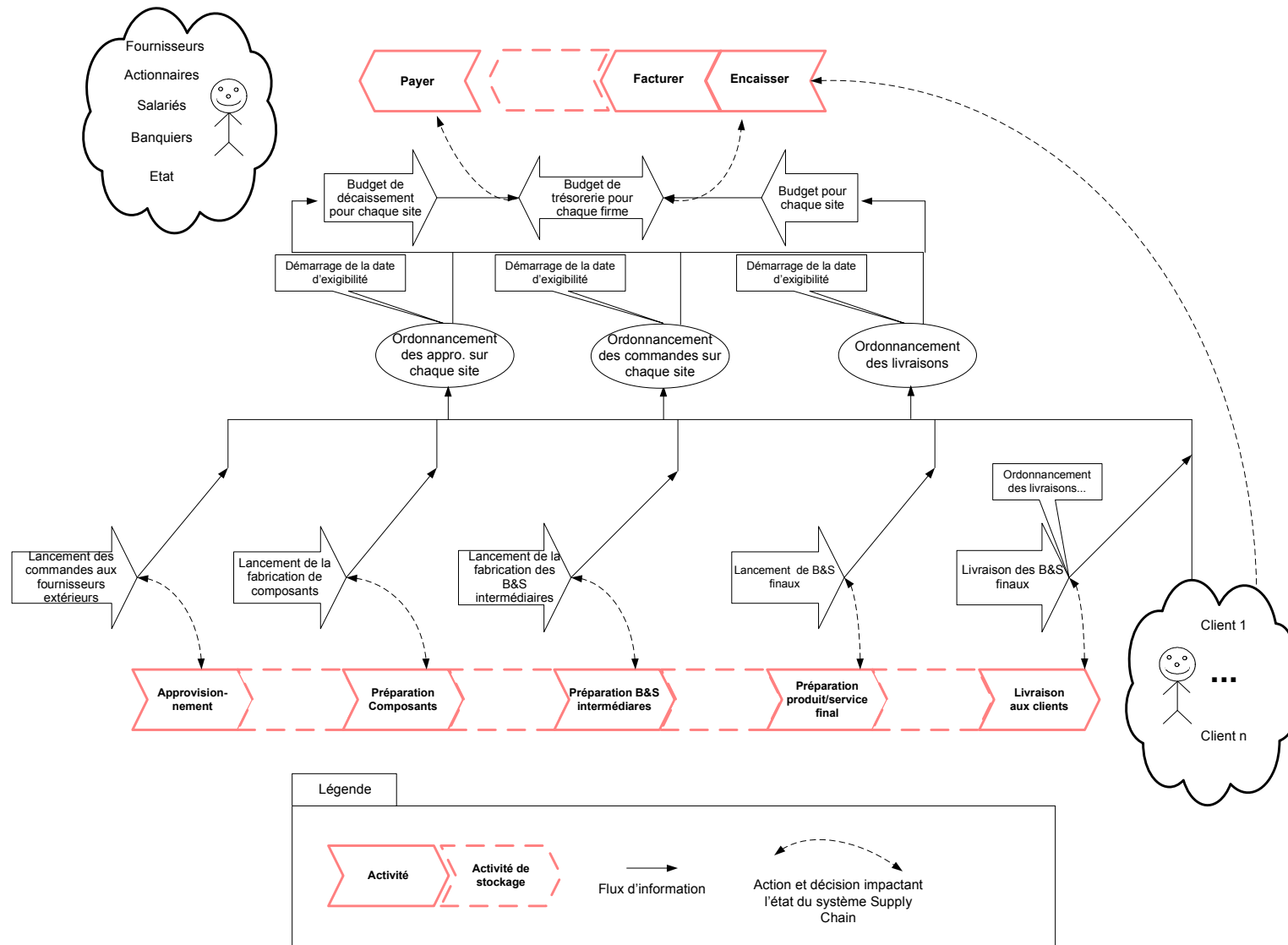


Figure 35. Traduction de l'activité du flux physique en unité de flux financier au niveau opérationnel.

D'un strict point de vue technique, la traduction des éléments du flux physique en éléments du flux financier, dans le cadre d'une Supply Chain au niveau opérationnel suit un processus comparable à celui utilisé au niveau tactique. La différence entre les deux niveaux provient de la maille temporelle : en effet, la position de trésorerie est ajustée à la journée, voire à l'heure et les opérations de placement des excédents de trésorerie constituent une part importante de la littérature financière qui ne constitue pas l'objet de notre travail. D'un strict point de vue opérationnel, le rôle du Supply Chain Manager pour le flux financier est d'améliorer, à l'aide du pilotage du flux physique, la position de trésorerie des membres de la Supply Chain, ou tout du moins celle de la firme pivot (Chen et Chen, 2005). Le budget de trésorerie est constitué du budget des encaissements (de tous types) et du budget des décaissements : la confrontation entre les deux budgets permet d'exprimer en date de valeur, par la consolidation des diverses positions des comptes de l'entreprise la position de trésorerie (Dubois, 1997). Ce budget de trésorerie pilote ainsi les activités de paiement et d'encaissement du flux financier. L'efficacité de ce pilotage est intimement liée avec une facturation immédiate des activités du flux physique.

4.4. Synthèse

La planification à l'aide d'outils décisionnels permet de diminuer l'incertitude (Van Landeghem et Vanmaele, 2002). Le tableau 5, issu des travaux de (Van Landeghem et Vanmaele, 2002) montre l'horizon décisionnel approprié pour amortir l'impact de différentes sources d'incertitude pour le management de la Supply Chain. Selon les auteurs, seule un accompagnement à tous les niveaux décisionnels permet de diminuer globalement l'incertitude pour les entités de la Supply Chain, mais aussi pour la Supply Chain dans son ensemble.

L'étude des problèmes décisionnels stratégiques, tactiques et opérationnels en contexte de SCM montre que la première brique permettant un enchaînement cohérent du flux d'activité est fonction de l'évaluation de la demande à satisfaire. En fonction de cette demande, les décisions prises dans les différents maillons de la SCM visent à satisfaire les partenaires de la Supply Chain, et donc leurs actionnaires. Ainsi, même si globalement les cash-flows générés par l'ensemble de la Supply Chain ne sont pas évalués (sauf dans le contexte d'une Supply Chain interne), cette évaluation est réalisée dans chaque entité légale ou physique. Dès lors, chaque décision (stratégique, tactique, opérationnelle) est évaluée de manière globale pour satisfaire le client final et de manière locale pour générer le plus de cash-flow. La figure 36 traduit cette approche et montre ainsi les deux objectifs de l'aide à la décision dans la Supply Chain. Il est bien évident que ces deux facteurs clés de succès (la satisfaction de la demande, la satisfaction des actionnaires) devraient se traduire en un ensemble d'indicateurs de performance dans les outils d'aide à la décision.

Sources d'incertitude	Opérationnel	Tactique	Stratégique
Flux de demande	● ● ●	● ●	
Positionnement géographique	●	● ● ●	●
Qualité des informations financières	● ●	● ●	●
« Incertitude de la demande »	● ●	● ●	
Capacité de production	● ●	● ●	●
Coûts	●	● ● ●	● ●
Processus de production			● ●
Logistique de distribution	●	● ●	
Logistique de production	● ●	● ●	●
Logistique de distribution	● ● ●	● ●	●
Performance financière globale	● ● ●	● ●	●
Performance	●	● ● ●	● ● ●
Performance globale	●	● ● ●	●

● ● ● ● ● ●
très fort Impact existant

Tableau 5. Efficacité de la prise de décision pour amortir l'incertitude dans la Supply Chain (Van Landeghem et Vanmaele, 2002).

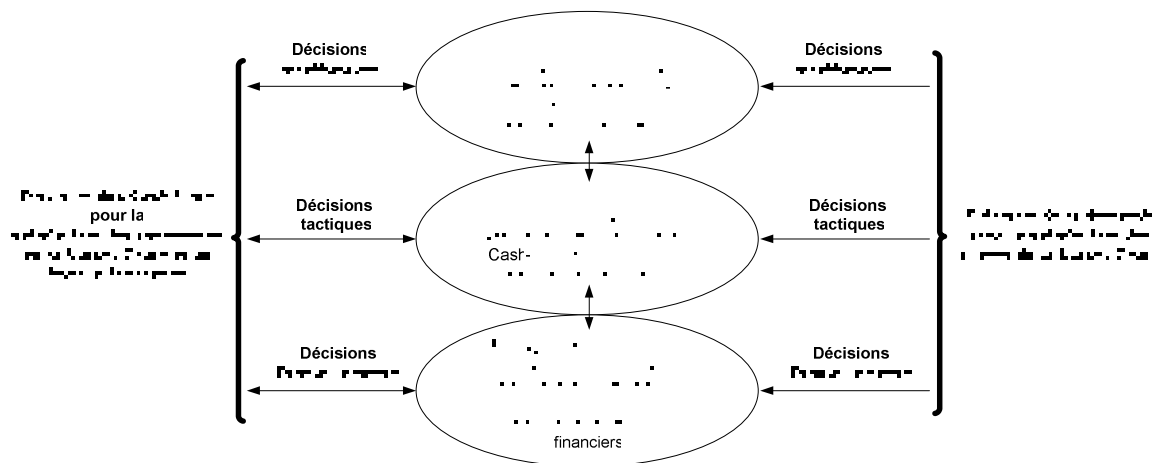


Figure 36. Les facteurs clés de succès du flux physique et du flux financier pour la Supply Chain.

Les problématiques décisionnelles associées à la Supply Chain sont nombreuses et imbriquées les unes aux autres. (Fleischmann *et al.*, 2001) les représentent sous la forme d'une matrice à deux dimensions (figure 37). La première dimension correspond aux activités du processus logistique tandis que la deuxième dimension d'analyse reprend les trois niveaux décisionnels. Chaque décision impactant la Supply Chain doit ainsi être prise en fonction de la double contrainte de satisfaction du flux physique et du flux financier.

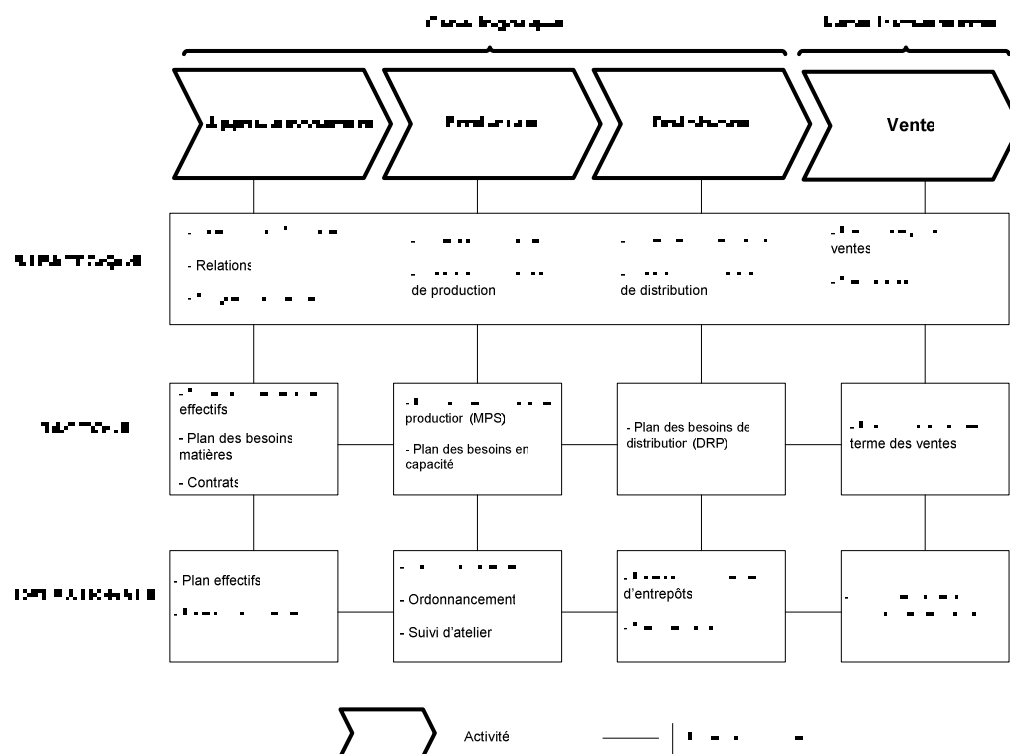


Figure 37. La matrice de planification de la Supply Chain (Fleischmann et al., 2001).

Les différents problèmes d'aide à la décision supposent des outils informatiques dont nous présentons les caractéristiques dans la section suivante.

5 Les outils d'aide à la décision pour la Supply Chain

La mise en œuvre d'outils d'aide à la décision pour le SCM est réalisée par un ensemble d'applications logicielles intégrées. Compte tenu de la profusion de termes issus du domaine commercial, (Botta-Genoulaz, 2005) propose l'expression "briques applicatives" pour désigner une application s'intégrant dans les logiciels composant les systèmes

d'information pour le processus logistique. Nous présentons tout d'abord l'intégration sous sa dimension fonctionnelle des applications décisionnelles pour le SCM puis l'intégration inter-organisationnelle et inter-activités des différents outils d'aide à la décision.

5.1 L'intégration fonctionnelle des outils d'aide à la décision pour le SCM

(Tchernev, 2004) structure les applications décisionnelles s'intégrant dans le SCM en deux grandes familles :

- ◆ les applications transactionnelles, dont le rôle est de traiter des données en entrée pour fournir des informations (agrégées ou non) sur l'état des différents éléments constitutifs de la Supply Chain ;
- ◆ les applications analytiques, dont l'objectif est de traiter des données en entrées par des méthodes analytiques pour fournir une aide à la décision.

Nous abordons d'abord les applications transactionnelles puis les applications analytiques avant de montrer comment elles s'intègrent les unes aux autres dans le cadre d'une démarche de SCM.

5.1.1 Les applications transactionnelles

La caractéristique commune de toute application transactionnelle est d'autoriser des requêtes à un système de gestion de bases de données qui, lui-même, renvoie les données demandées ou modifie celles stockées. Différentes briques applicatives concernent les applications transactionnelles (Tchernev, 2004) :

- ◆ la brique applicative MES (Manufacturing Execution System) (Weygandt, 1996 ; Morel *et al.*, 2003) ; les MES sont des systèmes qui délivrent l'information en temps réel sur l'exécution des ordres de planification. Les MES permettent ainsi le contrôle des ordres de planification depuis leur lancement jusqu'à l'obtention des produits. Ils fournissent une information en temps réels sur cinq types d'entités (les matières, l'équipement, le personnel, les documents et l'environnement).
- ◆ la brique applicative de type SCE (Supply Chain Execution) qui permet de rationaliser la totalité du cycle de traitement des commandes (Jakovljevic, 2004) ; les SCE doivent permettre l'approvisionnement des marchandises et services à travers la Supply Chain en assurant l'accomplissement des plans et en *comprenant la création des ordres d'achat, la prise des ordres clients, la gestion de l'inventaire, le contrôle des mouvements de produits dans les entrepôts et la livraison des marchandises au client* (Botta *et al.*, 2005). A cet effet, ils fédèrent trois grandes fonctions : (i) la gestion des commandes (OM pour Order Management) ; (ii) l'entrepôtage (WMS pour Warehouse Management System) ; (iii) le transport (TMS pour Transport Management System).
- ◆ la brique applicative ERP (Enterprise Resource Planning) ; les ERP sont des applications transactionnelles intra-entreprise qui intègrent les activités de différentes fonctions de l'entreprise sous la forme de modules fonctionnels (Schumann, 1997). Ils partagent les informations entre les modules via une base de donnée unique (Botta-Genoulaz et Millet, 2005).
- ◆ la brique applicative CRM (Customer Relationship Management) ; les applications de CRM ont deux objectifs (Botta-Genoulaz *et al.*, 2005) : (i) élaborer une base de données commune aux fonctions marketing, commerciale, et service après vente ; (ii) mettre en place un pilotage commun et cohérent entre la gestion des clients et le développement des produits pour améliorer fortement le service des clients.
- ◆ la brique applicative de type BI (ou Business Intelligence) qui structure l'information décisionnelle sous la forme de tableaux de bord dans des vues multidimensionnelles (March et Hevner, 2005). Ce type d'application inclut des applications du type entrepôts de données (Datawarehouse centralisée ou datamart plus spécialisé), des tableaux de bord (OLAP) combinés à des techniques de fouilles de données (Datamining) dans l'objectif de présenter une information à valeur ajoutée (Botta-Genoulaz et Millet, 2005).

5.1.2 Les applications analytiques

Le principal type d'application analytique pour la Supply Chain est constitué par les suites logicielles de type APS (Advanced Planning and Scheduling (Moon et Seo, 2005) ou Advanced Planning System (Stadtler, 2001)). L'APS est un progiciel décisionnel qui permet d'optimiser la planification et de synchroniser les flux de la chaîne. Ainsi un APS est une suite logicielle orientée "planifications multiples" de la Supply Chain qui donne un planning global pour l'ensemble de la Supply Chain et permet par une approche hiérarchique une décomposition sur l'ensemble des entités de la chaîne sur les horizons de court, moyen et long terme. Les APS constituent les principales applications décisionnelles dédiées à la Supply Chain (Stadtler, 2005). L'APS utilise des moteurs d'optimisation élaborés basés sur les mathématiques appliquées, la recherche opérationnelle, voire à la limite sur l'intelligence artificielle (Tchernev, 2004).

La figure 38 présente une vue fonctionnelle et hiérarchisée des modules de planification. Les APS automatisent les décisions structurées de planification (révision des plans, ordonnancement, suivi des écarts...) et assistent les managers (Giard, 2003) dans les décisions semi structurées (impact du lancement d'un produit, réorganisation des flux logistiques...). Les principales caractéristiques des plannings issus des APS sont (Fleischmann *et al.*, 2001) :

- ♦ un planning intégral de toute la Supply Chain, c'est-à-dire une planification allant des fournisseurs jusqu'au client final ;
- ♦ un système de planning hiérarchique, permettant de décomposer le planning global en une succession de planning par entité, par acteur, et par horizon temporel.

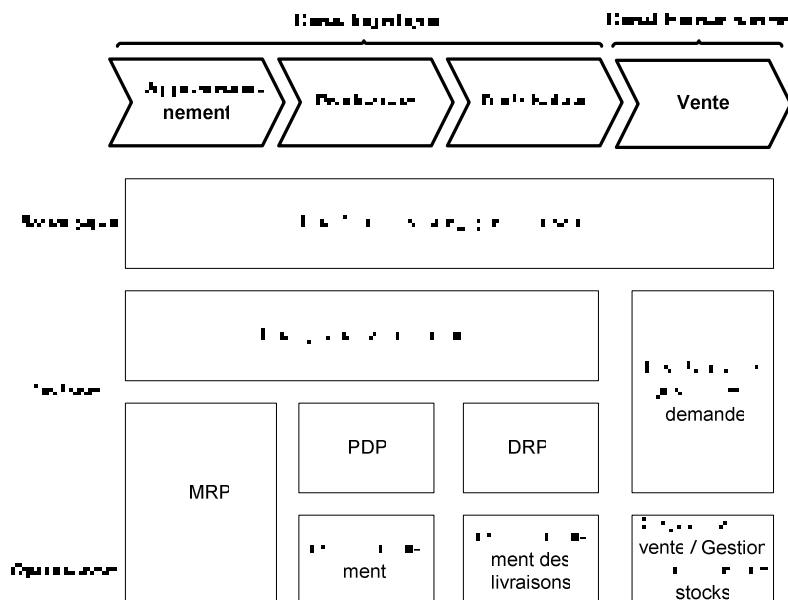


Figure 38. Vue fonctionnelle et hiérarchisée des modules de planification des APS (Stadtler, 2005).

Budgéter pour le flux financier, planifier pour le flux physique : les termes sont différents, les flux sont différents, les métiers sont différents, mais la démarche et l'objet sont les mêmes. Il s'agit en effet de donner la meilleure prévision possible pour la Supply Chain pour chacun des flux. Actuellement, les logiciels de planification de la Supply Chain reprennent tous les différents niveaux de planning définis par (Fleischmann *et al.*, 2001) (conception du réseau, distribution (DRP), production (PDP), approvisionnement, gestion de la demande) quel que soit l'horizon décisionnel, comme nous l'avons constaté (Féniès et Gourgand, 2004) dans une étude réalisée sur les principales suites logicielles de ce type (80% du marché). Cette étude montre qu'aucune d'entre elles n'intègre la contrainte du flux financier, et qu'une seule intègre la contrainte de profit. Nous notons également que ces logiciels de planification n'utilisent pas les méthodes de simulation à événements discrets mais uniquement les techniques d'optimisation et les heuristiques. La synthèse des résultats est donnée dans le tableau 6.

Critères évalués	Résultat
Fonctionnalités Conception de la Supply Chain ; Planning de Production (PDP) ; Planning des ventes (PIC) ; Planning des approvisionnements ; Gestion de la demande.	L'ensemble des fonctionnalités définies par (Fleischmann <i>et al.</i> , 2001) est intégré dans les APS testés.
Intégration - du flux financier : - du compte de résultat : - de benchmarks pour la mesure de la performance :	Pas d'intégration. Intégration dans les objectifs. Intégration de benchmark du flux physique.
Outils de programmation	Programmation linéaire (CPLEX) + Heuristiques.
Collaborative Planning	Prévue, mais pas implantée de manière générique (développement spécifique).
APS étudiés : APO (SAP), Oracle APS (Oracle), Supply Chain Planing (Peoplesoft), Logility Voyager Solutions (American Software), iCollaboration Suite (ADEXA), eSupply Chain Suite (ASPEN), Futurmaster (Futurmaster), One2One Solutions (Synquest).	

Tableau 6. Fonctionnalités, Intégrations et Outils de programmation dans 8 APS.

5.1.3. Intégration des différentes briques applicatives en contexte SCM

L'intégration des différentes briques applicatives en contexte SCM (figure 39) a pour objet de fournir un cadre informatique et méthodologique pour la planification du processus logistique suivant les différents niveaux de planifications stratégiques, tactiques et opérationnelles. L'intégration des applications signifie que ces dernières sont capable d'échanger automatiquement les données, que les processus logiciels sont optimisés, qu'une donnée ne nécessite qu'une seule saisie (automatisée ou manuelle).

Le couplage des applications transactionnelles et analytiques, en contexte de SCM permet une optimisation des activités du processus logistique tout en intégrant les systèmes d'information qui pilotent ces activités. Comme le montre la figure 39, la frontière entre chaque brique applicative est fluctuante. De plus, chaque brique applicative contient des composants logiciels dont les fonctionnalités sont parfois assurées également par d'autres applications.

La figure 39 montre l'intégration des différentes applications décisionnelles en contexte de SCM. Cette intégration vise à fournir le meilleur service aux clients de l'entreprise tout en accroissant la rentabilité. D'un strict point de vue aide à la décision, les suites logicielles de type APS, CRM, et APS constituent les principales applications utilisées en contexte SCM. En effet, les applications MES ou de SCE présentent une information agrégée ou désagrégée issue du fonctionnement du système réel pour une prise de décision par rapport à une évaluation ex post ou du pilotage en temps réel de l'organisation. L'intégration fonctionnelle entre les applications décisionnelles (CRM, APS, ERP, et BI) pour le SCM nécessite également une intégration inter-organisations et inter-activités que nous détaillons dans la prochaine sous-section.

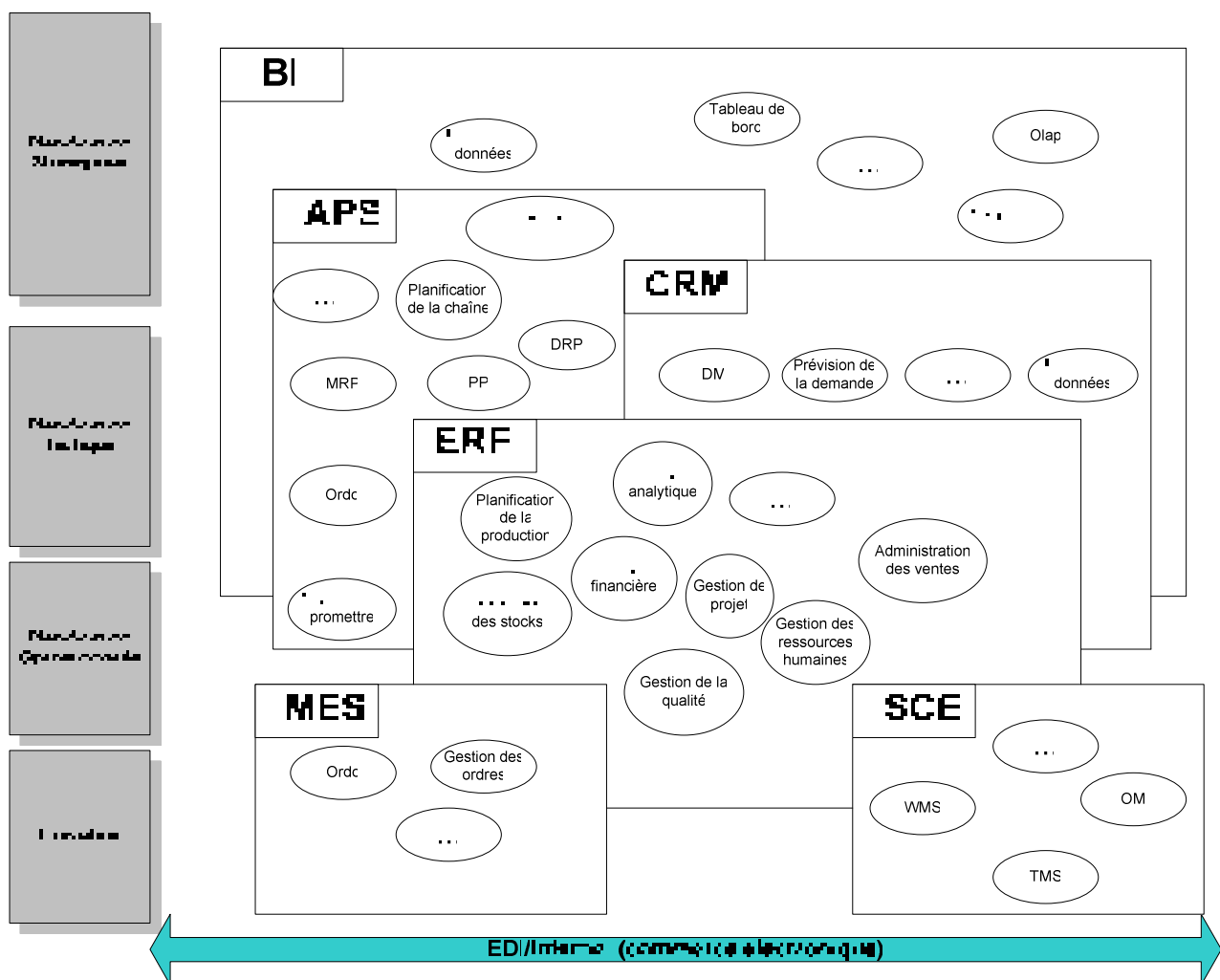


Figure 39. L'intégration des différentes briques applicatives pour l'aide à la décision en contexte de SCM.

5.2. L'intégration inter-organisationnelle et inter-activités des outils d'aide à la décision pour le SCM

En interconnectant les briques applicatives CRM avec les briques applicatives APS tout au long de la Supply Chain, la firme pivot permet aux partenaires d'accélérer la circulation de l'information tout en améliorant le niveau de service

au client final. De cette manière, la demande doit conduire la Supply Chain comme un immense réseau créateur de valeur (Selk *et al.*, 2004). L'information résultante de cette circulation accélérée des données doit permettre au fournisseur de rang aval de savoir si le fournisseur amont a pu ou pourra réaliser les composants, matières,... nécessaires pour satisfaire le client final. Selon (Selk *et al.*, 2006) l'intégration des processus et des fonctions entre partenaires de la Supply Chain peut prendre plusieurs formes qui traduisent l'état d'intégration de la démarche de SCM (figure 40) :

- ♦ le stade initial de l'intégration suppose que pour chaque entité de la Supply Chain, soient installées des applications de type CRM, ERP et APS (figure 41). L'aide à la décision est apportée dans chaque activité de l'entreprise soit par les application de CRM (pour les activités de Marketing, Ventes et Services au Client), soit par les applications de type ERP (pour les activités comptables et de contrôle de gestion) soit par les applications de type APS pour les activités du processus logistique. La communication entre entités se fait au travers d'EDI, tandis que la communication dans l'entité se fait entre grosses applications mais pas directement entre modules applicatifs pour chaque activité de l'entreprise. Le sous jacent de cette intégration est que les outils décisionnels mis en place ne permettent pas, sauf au niveau du pilotage, une optimisation globale de la chaîne car l'aide à la décision apportée est réalisée au mieux par grand domaine de la firme, tandis que les modules des différentes applications ne dialoguent pas entre eux. Le partage entre les données dans l'entreprise et entre les partenaires de la Supply Chain est rigoureusement identique : en effet, les applications décisionnelles ne dialoguent pas : il y a juste échange d'informations entre gros blocs d'applications sans restitution de l'information retraitée aux autres applications.
- ♦ le deuxième stade d'intégration (figure 42) en contexte SCM consiste à envisager pour chaque partenaire de la firme un dialogue entre les fonctions des applications CRM et APS pour apporter une information permettant au niveau de l'entreprise une meilleure prise de décision, le partage de l'information entre les entités de la Supply Chain restant identique à celui réalisé au stade initial de l'intégration.
- ♦ le troisième et dernier stade de l'intégration, pour les auteurs, consiste à fusionner APS et CRM dans une sorte d'APS étendu (figure 40) pour lequel (Selk *et al.*, 2006) proposent un modèle conceptuel permettant l'interopérabilité entre les applications des partenaires de la Supply Chain. Chaque APS étendu communique directement avec l'APS étendu de l'autre partenaire par le biais de l'application associée (figure 43). Notons que cet APS étendu consiste en une fusion des différentes applications analytiques pour améliorer la qualité de l'aide à la décision au niveau de chaque entité de la Supply Chain.

Quel que soit le stade de l'intégration de la démarche SCM dans les outils d'aide à la décision, l'évaluation du flux financier est réalisée de manière disjointe dans les différents outils. En effet, les financiers indiquent leurs contraintes de manière initiale, puis les outils d'aide à la décision du SCM proposent un planning qui est simplement évalué par les modules financiers de l'ERP sans qu'il y ait intégration des budgets dans la prise de décision. Que cet état de fait ait lieu au niveau d'applications inter-organisationnelles n'a rien d'étonnant. Par contre, il est quelque peu surprenant que l'aide à la décision apportée au niveau d'une firme, réalisée dans un APS étendu, n'intègre absolument pas le flux financier dans la prise de décision.

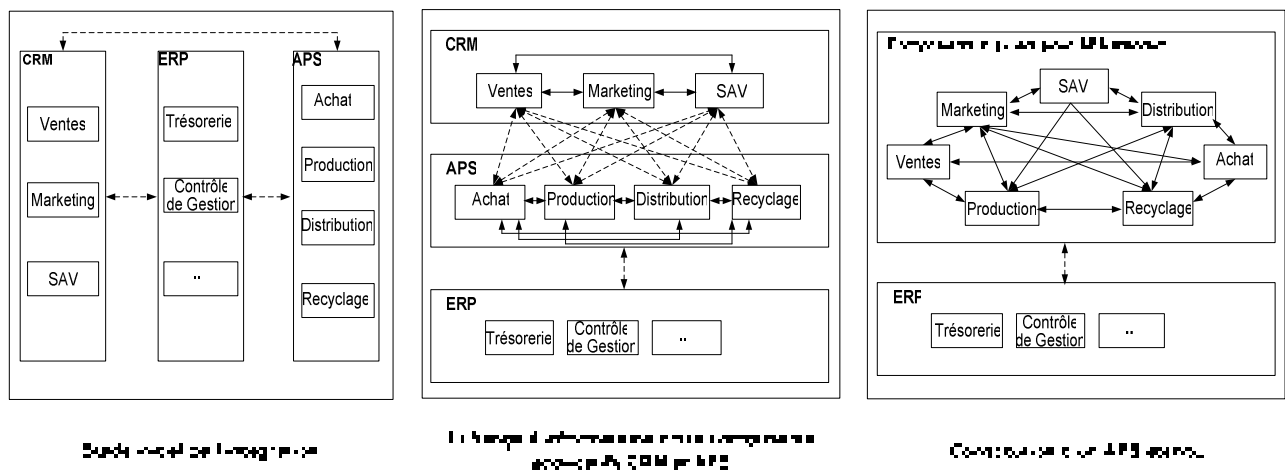


Figure 40. Stade d'intégration des outils d'aide à la décision pour le SCM.

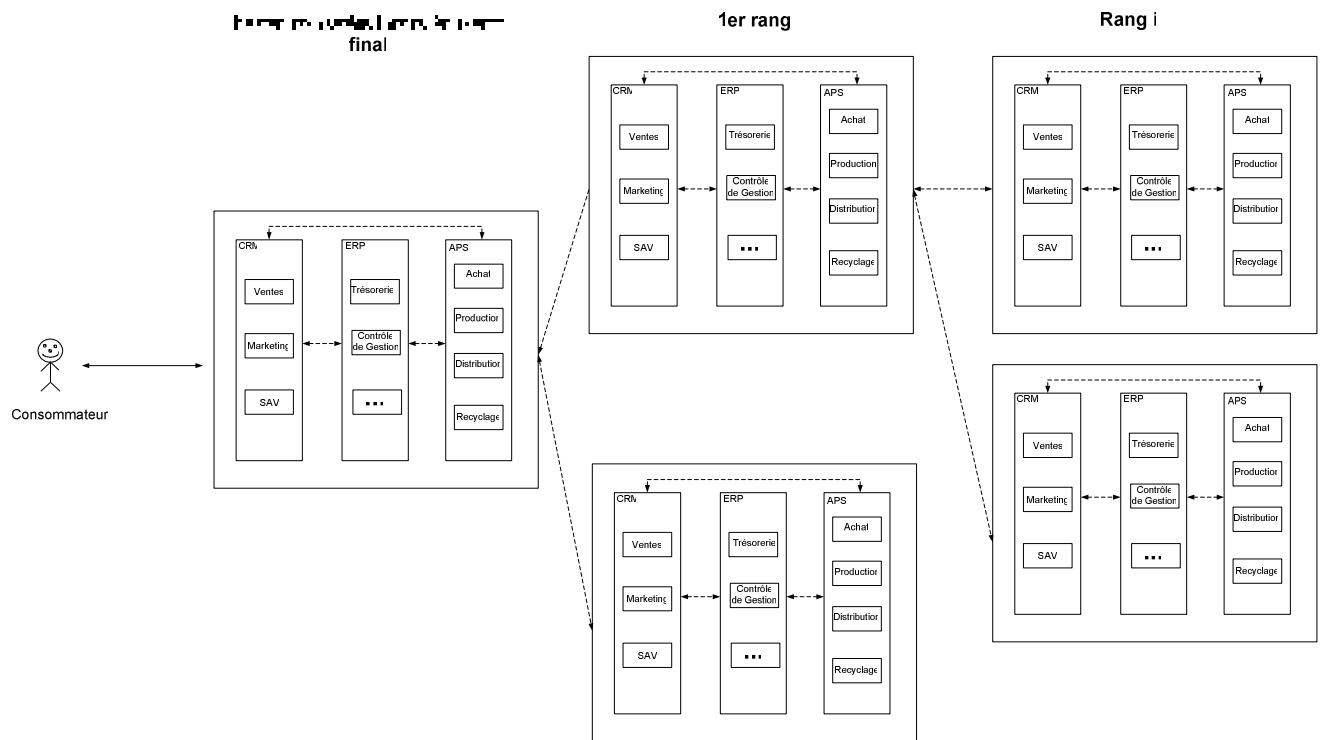


Figure 41. Stade initial de l'intégration intra et inter-organisations pour les outils d'aide à la décision pour une démarche SCM (Selk *et al.*, 2006)

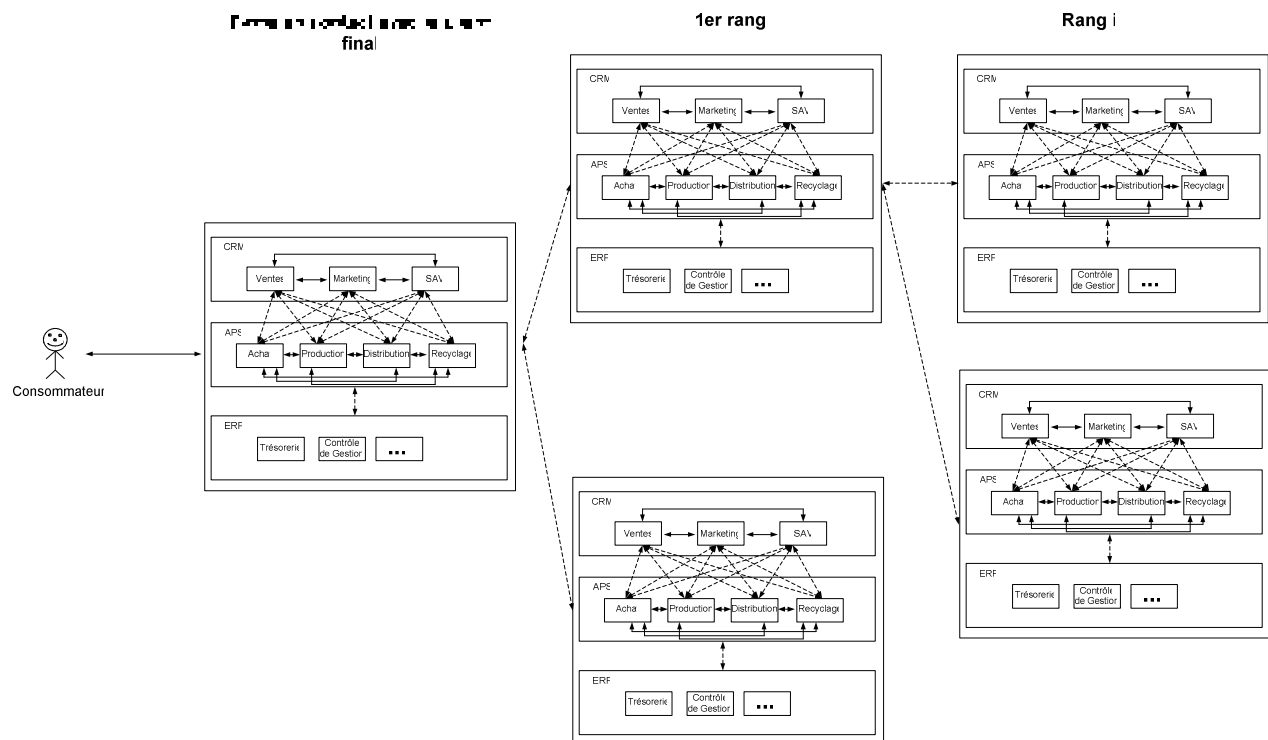


Figure 42. Deuxième étape : l'intégration avancée entre les outils d'aide à la décision pour une amélioration de la démarche de SCM (Selk *et al.*, 2006).

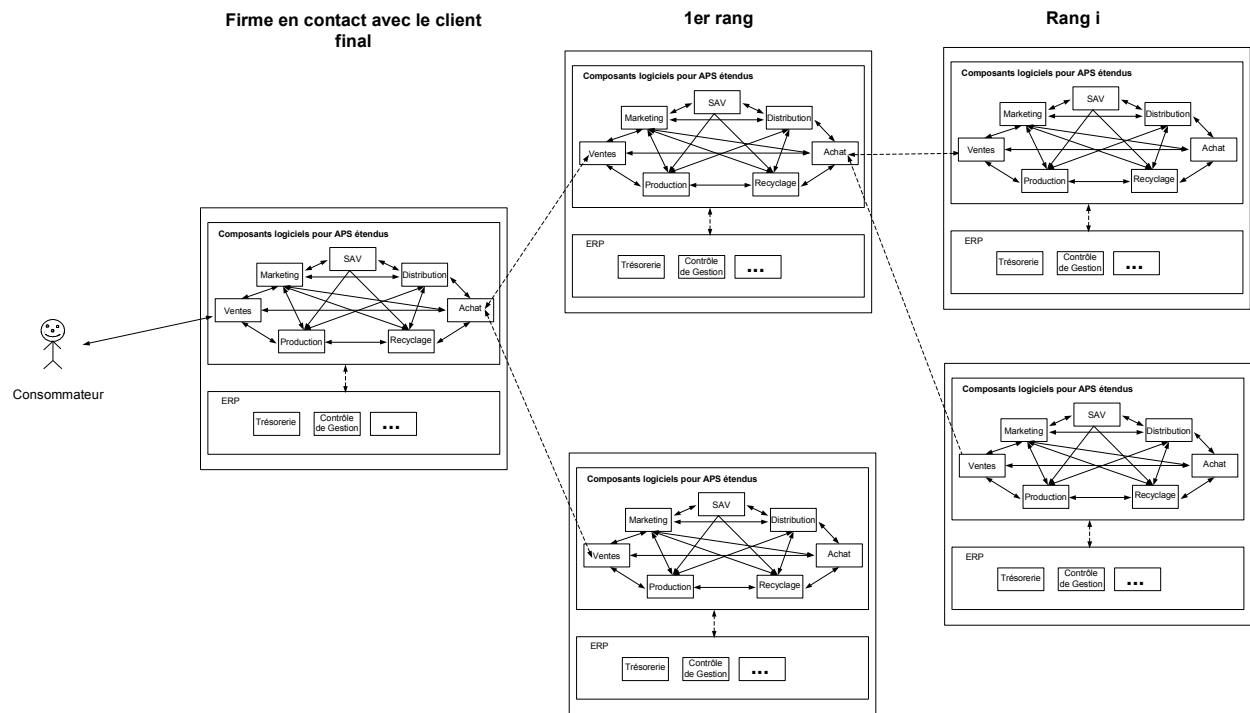


Figure 43. Troisième étape : l'intégration achevée entre les outils d'aide à la décision pour un fonctionnement optimal de la démarche de SCM (Selk *et al.*, 2006).

6. Conclusion

Ce chapitre a présenté le cadre général dans lequel s'inscrit notre démarche. Nous avons tout d'abord essayé de définir, à l'aide d'une analyse de la littérature du domaine, le terme Supply Chain puis ensuite montré que les approches qui se réclamaient du Supply Chain Management s'inscrivaient dans une approche transdisciplinaire. La troisième partie de ce chapitre a brossé à grands traits les enjeux décisionnels et les différents types de problèmes concernant la planification en contexte SCM. Dans la dernière partie de ce chapitre, nous avons présenté les différents outils logiciels permettant d'apporter une aide à la décision.

Force est de constater que ces derniers n'intègrent pas dans leur approche décisionnelle, que ce soit en contexte intra-organisationnel comme en contexte inter-organisationnel, les contraintes d'évaluation issues du flux financier. Dès lors, un des objectifs de nos travaux se dessine : l'intégration d'une brique applicative décisionnelle et financière dans les APS (figure 44).

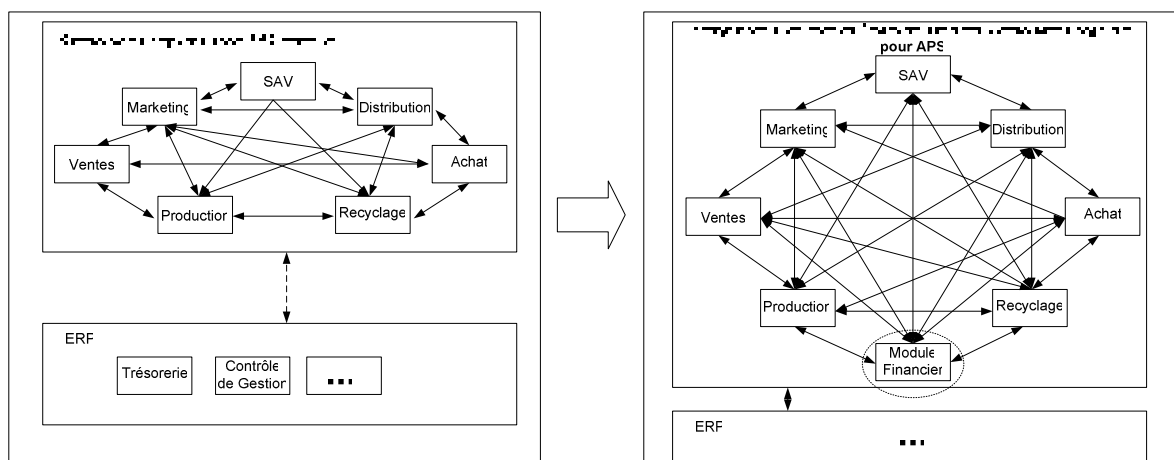


Figure 44. L'intégration d'un module financier dans les suites logicielles de type APS pour la Supply Chain.

Cette intégration semble de plus désirée et nécessaire. En effet, une étude menée sur plus de 150 firmes américaines (Vickery et al., 2003)¹ montre que le retour sur investissement d'une démarche SCM n'est pas facilement mesurable et que les Supply Chain managers ont besoin d'outils intégrant le flux financier. Ne soyons pas naïfs : cela ne signifie pas que les outils d'aide à la décision dédiés à la Supply Chain nient l'existence des contraintes financières. Bien au contraire ! Celles-ci sont prégnantes, et les outils d'aide à la décision essaient d'améliorer la rentabilité de l'organisation en améliorant un certain nombre de critères de performance du flux physique. Ce qui n'existe pas ou est mal défini dans les outils de SCM c'est la traduction des éléments du flux physique en éléments de flux financier. Le module décisionnel financier ne peut pas être conçu de manière indépendante, en ignorant les autres flux de la Supply Chain. Dès lors, les différents développements de ce chapitre montrent la complexité des problèmes décisionnels dans la Supply Chain et donc la nécessité d'une approche méthodologique globale pour la conception, la configuration ou le pilotage du processus logistique de la Supply Chain et le développement d'outils d'aide à la décision associés intégrant l'ensemble des flux.

Notre objectif est donc de proposer aux concepteurs des systèmes logistiques de type Supply Chain, un ensemble de méthodes et d'outils puissants d'aide à la décision, qui leur permet d'évaluer et d'améliorer les performances de leurs systèmes. Notre objectif de conception d'une application générique décisionnelle pour le SCM intégrant l'ensemble des flux de la Supply Chain nécessite d'utiliser un environnement de modélisation existant ou de le concevoir si les environnements existants apparaissent insuffisants. La complexité des systèmes managériaux a conduit (Gourgand et Kellert, 1991) à proposer la notion d'environnement de modélisation pour parvenir à concevoir une application pour l'aide à la décision. Un environnement correspond à la notion d'atelier de Génie Logiciel pour la modélisation et l'évaluation des performances. Ils définissent un environnement de modélisation comme étant un ensemble comprenant :

- un logiciel d'évaluation des performances (noyau de l'environnement), (il nécessite une phase de validation s'il repose sur la simulation car la simulation ne repose pas sur une base mathématique) ;
- des outils graphiques, de type Graphic User Interface (GUI) : pour la saisie du modèle conceptuel, pour la spécification du système modélisé, pour l'exploitation des résultats, pour l'animation ;
- un système d'aide à la décision, pour accéder aux outils d'aide à la décision ;
- un système de gestion de bases de données, pour alimenter le modèle d'aide à la décision ;
- une couche recherche opérationnelle et statistique pour exploiter les résultats fournis par le noyau de l'environnement ;
- une méthode de spécification et d'analyse, ainsi que les outils associés pour décrire la structure, le comportement des flux, et le fonctionnement du système ;
- une méthodologie de modélisation du domaine pour la construction des modèles d'aide à la décision : cette couche est le socle de l'environnement et explique comment utiliser ce dernier.

La figure 45 donne la composition d'un environnement de modélisation complet pour le domaine de l'évaluation des performances tel qu'il pourrait être conçu en contexte de SCM.

Pour parvenir à concevoir cet ensemble d'outils et de méthodes, et notamment intégrer une approche décisionnelle prenant en compte l'impact des flux financiers, il convient d'analyser l'existant sur le domaine, c'est à dire de réfléchir sur le type de modèles issus principalement du contrôle de gestion et dédiés à la Supply Chain, sur leur état d'implantation dans les modèles prescriptifs et descriptifs utilisés en Recherche Opérationnelle, mais il convient également d'analyser les méthodes permettant de modéliser le fonctionnement d'une Supply Chain. Nous développons ainsi l'ensemble de ces points dans le chapitre 2 qui constitue un état de l'art sur les méthodes d'évaluation de la performance en contexte transdisciplinaire de Supply Chain Management.

¹ La question posée traite de l'étude réalisée par Vickery et al., 2003 sur le retour sur investissement d'une approche de SCM. La mesure du ROI a été réalisée par sondage auprès de Supply Chain Managers (150 du domaine de l'industrie automobile) par le biais de questions ouvertes et de comparaisons relativement au leader du secteur. Les questions suivantes ont été posées : pensez vous que la mise en SC de vos activités présente un retour sur investissement positif relativement à votre position vis à vis du leader du secteur ? Pouvez vous positionner son impact en matière d'amélioration du résultat d'exploitation, en matière de Chiffre d'affaires supplémentaire généré, en matière de retour sur investissement par rapport à vos actifs ?

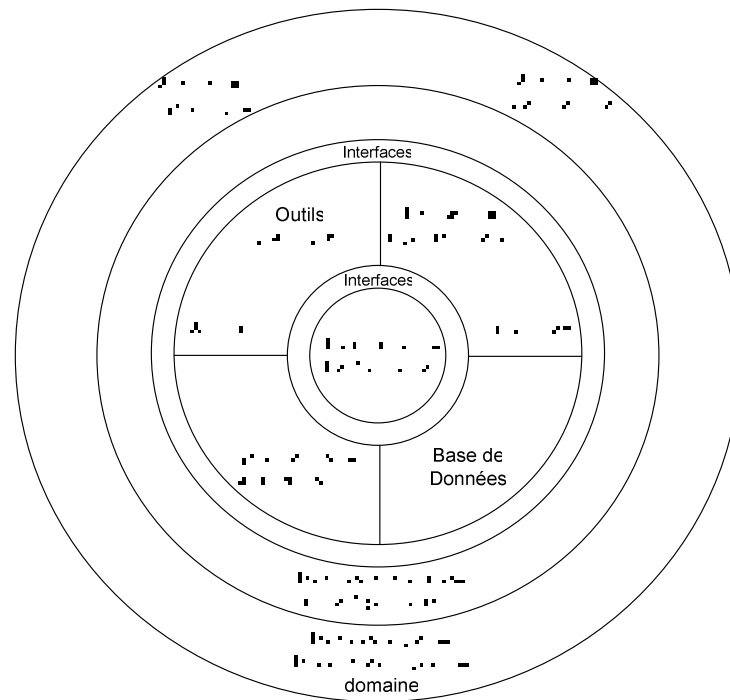


Figure 45. Définition d'un environnement de modélisation pour l'évaluation de la performance de la Supply Chain.

Chapitre 2

Méthodes et outils d'aide à la décision pour le Supply Chain Management : analyse de l'existant.

1. INTRODUCTION	60
2. METHODES ET OUTILS DE BPM POUR RECUEILLIR, FORMALISER ET SPECIFIER LES PROCESSUS DE LA SUPPLY CHAIN.....	62
2.1 <i>Le Recueil de la connaissance</i>	63
2.2. <i>La formalisation de la connaissance : production d'un modèle de connaissance des processus organisationnels pour la spécification logicielle.....</i>	64
2.2.1. Les approches de modélisation	65
2.2.2. Les méthodes de modélisation pour le BPM.	68
2.2.3. Les méthodologies de modélisation pour le BPM.....	69
2.3. <i>L'utilisation multiple des modèles de connaissance issus d'une approche de BPM</i>	71
3. OUTILS ET METHODES DU SUPPLY CHAIN COSTING POUR L'EVALUATION DES PERFORMANCES	72
3.1. <i>La problématique générale de la performance dans le cadre du Supply Chain Costing.....</i>	73
3.2. <i>Les différents axes d'évaluation de la Supply Chain dans le Supply Chain Costing.....</i>	75
3.1.1. L'indicateur de performance : une traduction du suivi de la stratégie au niveau opérationnel.....	76
3.2.2. Les caractéristiques d'un système d'indicateurs de performance pour la Supply Chain	78
3.3. <i>L'intégration des modèles de type ABC pour l'évaluation de l'efficacité du flux financier dans le Supply Chain Costing</i>	79
3.3.1. Principe de fonctionnement de la méthode ABC	80
3.3.2. Intérêt de l'approche ABC pour l'évaluation monétaire des activités de la Supply Chain.	82
3.3.3. Exemple de couplage de modèle ABC avec le Target Costing pour une aide à la décision basée sur l'expertise humaine pour le SCM.....	83
3.4. <i>Limites et Synthèse des prescriptions du Supply Chain Costing.....</i>	84
4. SIMULATION ET OPTIMISATION DES PROCESSUS EN CONTEXTE SCM.....	85
4.1. <i>Une grille de lecture pour les problèmes d'aide à la décision.....</i>	86
4.2. <i>Analyse des modèles prescriptifs existants intégrant les flux financiers pour le Supply Chain Management</i>	87
4.3. <i>Modèles descriptifs intégrant le flux financier pour le Supply Chain Management</i>	90
4.4. <i>Synthèse</i>	92
5. STRUCTURATION DE L'INFORMATION DECISIONNELLE EN CONTEXTE SCM.....	93
6. ENVIRONNEMENTS DE MODELISATION POUR LA SUPPLY CHAIN.....	95
7. CONCLUSION.....	97

1. Introduction

Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction générale de ce document, ce deuxième chapitre propose d'analyser l'existant en matière de méthodes et de modèles d'aide à la décision relativement à notre problématique d'intégration du flux financier dans les logiciels de Supply Chain Management. Dans ce chapitre, nous ne souhaitons pas apporter d'éléments nouveaux mais simplement procéder à une analyse de l'existant. Nous avons proposé dans le chapitre précédent d'intégrer les flux financiers dans l'aide à la décision pour le Supply Chain Management par l'intermédiaire d'un environnement de modélisation.

La notion d'environnement de modélisation est une des spécificités de l'équipe MAD-LOG et très peu d'équipes travaillent sur la notion d'environnement de modélisation "réutilisable" dans le contexte de l'aide à la décision. La plupart des équipes travaillant sur l'aide à la décision logistique se focalisent sur des outils contextuels au cas d'étude et se situent comme utilisateurs d'environnement existant et non comme concepteurs. Pour (Hongwei *et al.*, 2005) il n'existe pas ou peu d'environnement de modélisation pour la simulation des flux de la Supply Chain (approches dédiés ou trop abstraites, quelque soit le flux analysé). Cependant, la reprise d'autres environnement de modélisation (non dédiés à l'aide à la décision) ou dédiés à l'intégration des flux financiers peuvent être une piste d'étude. Avant de proposer la conception d'un nouvel environnement de modélisation, on pourrait penser qu'il est judicieux (en terme de productivité) de repartir d'environnement de modélisation existant et d'étendre leur fonctionnalités (soit par l'intégration des flux financiers dans l'environnement / soit par l'intégration de la simulation dans un environnement dédié aux flux financiers). Ce chapitre reprend et analyse les approches scientifiques existantes par rapport à chacun des points dont nous avons besoin pour concevoir un environnement de modélisation pour le domaine des Supply Chains (figure 46). Nous détaillons également différents environnements de modélisation existants.

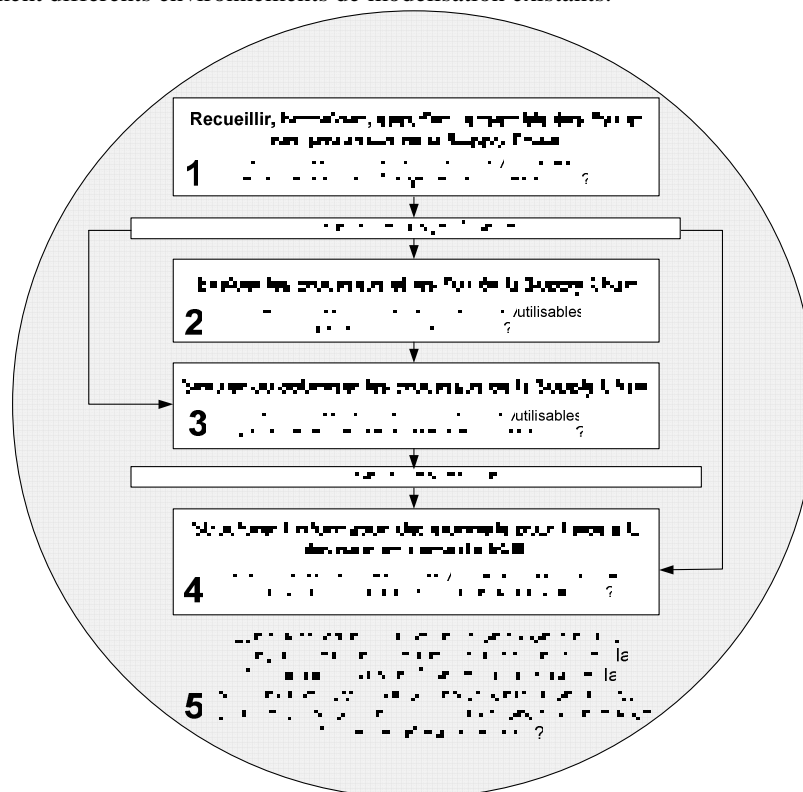


Figure 46. Les éléments nécessaires pour la conception et l'implantation de suites logicielles pour l'aide à la décision en contexte SCM.

La conception d'un environnement de modélisation pour la Supply Chain permettant l'évaluation du processus logistique et donc la prise en compte des flux financiers nécessite (cf. figure 46) :

- ♦ Un ensemble d'outils et de méthodes permettant de recueillir, formaliser, spécifier l'ensemble des flux et des processus de la Supply Chain : cette analyse de l'organisation Supply Chain s'apparente à une modélisation des processus de type BPM (Business Process Management). Le BPM est un mouvement de recherche dont l'objectif est de permettre la spécification des processus organisationnels en vue de permettre une informatisation soit dans le cadre de l'aide à la décision, soit dans le cadre de la constitution du système informatique (logiciel et matériel). Comme nous travaillons sur la Supply Chain, et que nous analysons cette dernière à partir d'une approche par les processus, se référer aux apports du BPM nous paraît naturel. La spécification des processus en contexte intra-organisationnel comme inter-organisations issus d'une approche de type BPM doit être utilisable par les méthodes de valorisation

- (modèles de coûts / cost models) issues du Contrôle de Gestion, par les modèles mathématiques et informatiques issus de la Recherche Opérationnelle, par les applications informatiques de pilotage des entreprises ;
- ♦ Un ensemble d'outils et de méthodes issus du contrôle de gestion pour la valorisation financière des processus organisationnels de la Supply Chain. Le Supply Chain Costing constitue (Seuring, 2002 ; Goldbach, 2002) une extension du champ du Contrôle de gestion sur le domaine de la Supply Chain. Une analyse des méthodes du Supply Chain Costing utilisées ou utilisables en contexte SCM permettrait de sélectionner la (les) meilleure(s) approche(s) pour l'évaluation des activités et des flux qu'il pourrait être intéressant d'implanter dans une application décisionnelle ;
 - ♦ Un ensemble de modèles issus de la Recherche Opérationnelle qui intègre approche mathématique ou/et approche par simulation pour la Supply Chain. La spécification des processus conjuguée avec les préconisations pour l'aide à la décision du Supply Chain Costing constitue un angle d'attaque, voire une grille de lecture, pour la constitution des modèles d'optimisation et de simulation pour le SCM.
 - ♦ Un ensemble de modèles permettant de sélectionner les indicateurs de performance pour la Supply Chain, d'agréger et de désagréger l'information dans des tableaux de bord décisionnels pour donner l'information nécessaire au Manager pour la prise de décision ;
 - ♦ Une étude des environnements de modélisation existants pour la Supply Chain, ou utilisables en contexte SCM ; ces environnements doivent intégrer partiellement ou totalement les points que nous venons d'énumérer.

Si un environnement de modélisation reprend l'ensemble des points que nous venons de décrire de manière cohérente et permet l'évaluation de la performance de la Supply Chain, alors notre apport consistera à proposer des pistes pour améliorer les outils, méthodes et concepts utilisés par l'environnement. Si par contre cet environnement n'existe pas, alors notre travail consistera à proposer un environnement de modélisation à partir des approches de BPM, conjugué avec des modèles d'évaluation issus du Supply Chain Costing et de la Recherche Opérationnelle. Cette éventualité ne nous empêchera pas de proposer éventuellement des apports sur les outils et méthodes composant l'environnement.

La méthode de sélection de la littérature relativement à notre problématique d'intégration des flux physiques et financiers est détaillée dans la figure 179 de l'annexe 1 tandis que la figure 47 présente une grille de lecture de ce chapitre relativement aux deux domaines académiques dans lesquels s'inscrit le contenu de ce manuscrit.

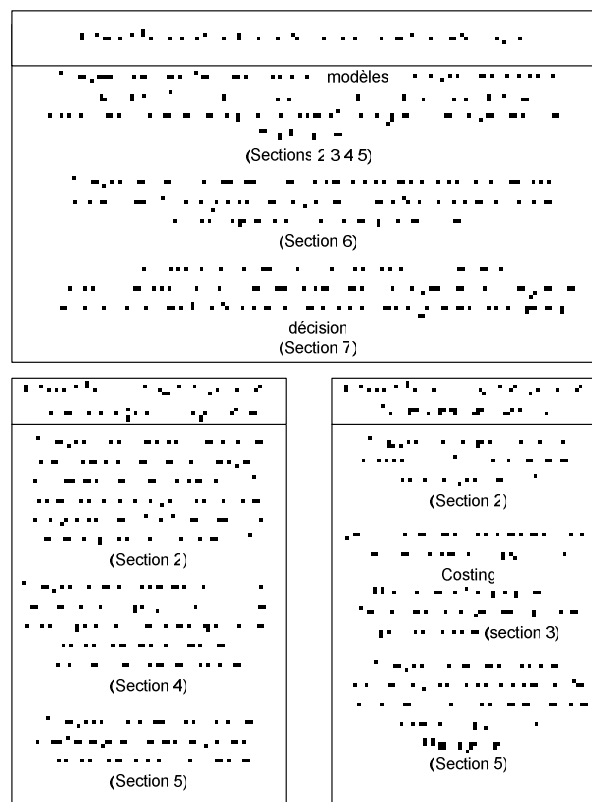


Figure 47. Grille de lecture du chapitre

Les cinq premières sections de ce chapitre traitent séparément des différentes couches (*cf.* figure 46) devant constituer un environnement de modélisation, tandis que la dernière section porte sur l'étude des environnements globaux existants.. Nous portons chemin faisant un certain nombre d'avis relativement à notre problématique de conception

d'outils d'aide à la décision sur les différentes méthodes, concepts et modèles et formulons un certain nombre de pistes que nous reprenons sous forme de synthèse dans la conclusion de ce chapitre.

2. Méthodes et outils de BPM pour recueillir, formaliser et spécifier les processus de la Supply Chain

Dans les années 80 et 90, de manière concomitante, plusieurs innovations techniques et managériales conjuguées avec une mutation de l'environnement économique ont conduit à modifier le management des organisations des firmes occidentales en transformant progressivement l'approche hiérarchique et fonctionnelle traditionnelle. Reengineering des processus (Hammer et Champy, 1993), coûts à base d'activités (Cooper et Kaplan, 1991), management par projets (Giard et Midler, 1993 ...), progiciels intégrés de gestion sont ainsi diverses avancées managériales et technologiques issues d'une approche par processus de l'organisation et des logiciels associés. Or, les procédures organisationnelles des organisations et la culture des hommes qui les composent, les conduisent, tout du moins dans nos pays occidentaux, à avoir une vision hiérarchique et fonctionnelle de leur firme et de leur travail. Dès lors, est apparue, en particulier dans les entreprises innovantes, la nécessité de modéliser presque systématiquement l'organisation de manière à faire émerger les bonnes pratiques et organiser le recueil de connaissance des processus organisationnels. Un certain nombre d'auteurs et de praticiens ont défini (Weske *et al.*, 2004) le Business Process Management ou BPM comme *le processus d'entreprise utilisant des méthodes, des outils, des concepts et des logiciels pour concevoir, formaliser, contrôler et analyser les processus de l'entreprise*. Le BPM est le processus qui permet de modéliser les processus d'entreprise.

Selon (Gupta, 2001), la démarche de Business Process Management s'insère dans l'approche de gestion des connaissances de l'entreprise et doit permettre de mettre à disposition du management de l'entreprise un modèle de connaissance des processus organisationnels. Ce processus de gestion de la connaissance est repris en contexte BPM par (Gupta, 2001 ; Wang et Wang, 2006). Il est constitué de 4 étapes :

- (i) La phase d'acquisition de la connaissance ;
- (ii) La phase de validation de la connaissance acquise ;
- (iii) La phase de découverte de la connaissance ;
- (iv) La phase de dissémination de la connaissance dans l'organisation.

Selon (Raghu et Vinze, 2005), ce recueil de la connaissance sur les processus organisationnels qui s'inscrit dans la démarche de management de la connaissance, doit également permettre aux membres de l'organisation de partager l'information dans l'entreprise sur des processus tacites qui n'étaient pas forcément formalisés auparavant.

A partir du recueil de la connaissance sur un système complexe de type Supply Chain (Hult *et al.*, 2004), une représentation des processus organisationnels est réalisée sous la forme d'un modèle de connaissance de ce système. Ce modèle de connaissance est défini comme une formalisation dans un langage naturel ou graphique de la structure du fonctionnement de ce système (Gourgand et Kellert, 1991). (Raghu et Vinze, 2005) proposent de définir le modèle de connaissance des processus d'un système comme l'agrégation d'informations et de données permettant de représenter les interactions, les collaborations et les associations entre les entités du système sous forme de workflow².

Concrètement, le BPM est constitué de trois phases (Weske *et al.*, 2004 ; Van der Aalst *et al.*, 2003, Gupta, 2001,) (figure 48) :

- ◆ la première phase est la phase d'acquisition et de validation de la connaissance sur les processus organisationnels (cette phase est commune au management de la connaissance) ;
- ◆ la deuxième phase est la phase de formalisation de la connaissance (à l'aide de concepts, d'outils et de méthodes) qui est souvent présentée sous le terme anglo-saxon de Business Process Modelling (Holland *et al.*, 2005) ;
- ◆ la troisième phase est la phase d'analyse et d'utilisation des modèles formalisés lors de l'étape précédente (Business Process Analysis) (Gartner, 2002). Lors de cette phase d'analyse, les acteurs de l'entreprise analysent, utilisent et enrichissent le modèle de connaissance.

² On appelle « workflow » (traduisez littéralement « flux de travail ») la modélisation et la gestion informatique de l'ensemble des tâches à accomplir et des différents acteurs impliqués dans la réalisation d'un processus métier (aussi appelé processus opérationnel ou bien procédure d'entreprise). Le terme de « workflow » pourrait donc être traduit en français par « gestion électronique des processus métier ». De façon plus pratique, le workflow décrit le circuit de validation, les tâches à accomplir entre les différents acteurs d'un processus, les délais, les modes de validation, et fournit à chacun des acteurs les informations nécessaires pour la réalisation de sa tâche. Pour un processus de publication en ligne par exemple, il s'agit de la modélisation des tâches de l'ensemble de la chaîne éditoriale. Un workflow est un flux d'informations au sein d'une organisation, comme par exemple la transmission automatique de documents entre des personnes.

Il permet généralement un suivi et identifie les acteurs en précisant leur rôle et la manière de le remplir au mieux.

Le moteur de workflow est le dispositif logiciel permettant d'exécuter une ou plusieurs définitions de workflow. Par abus de langage, on peut appeler ce dispositif logiciel tout simplement "workflow". Source (Work Flow Management Coalition, 2006)

Nous présentons dans cette section les outils et concepts nécessaires pour les trois phases du BPM tout en montrant comment ces phases s'insèrent dans notre problématique de conception d'un environnement de modélisation pour le processus logistique de la Supply Chain.

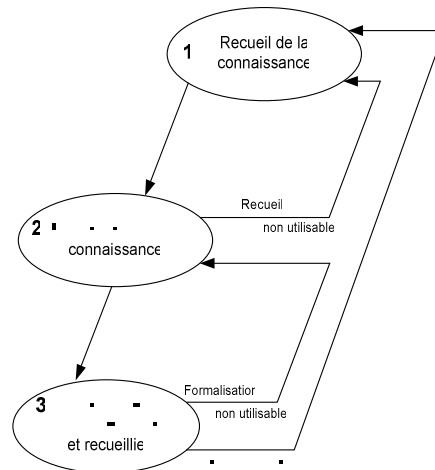


Figure 48. Les trois phases du processus de BPM (Adapté de Weske *et al.*, 2004).

2.1 Le Recueil de la connaissance

Selon (Seshasai *et al.*, 2005), la démarche de BPM doit conduire à acquérir la connaissance sur les processus d'un système complexe en capturant de l'information suivant différentes modalités, en incluant l'avis des acteurs, sous forme de documents consultables en permanence par les acteurs du système modélisé. Cette base de documentation, construite par entretiens, observations, questionnaires... doit être consultable et révisable à tout moment (Danese *et al.*, 2004). Suivant la situation de l'expert en modélisation (consultant interne au système analysé, ou expert extérieur), et l'objectif du recueil de la connaissance, ce dernier peut également être utilisé dans une perspective de management du changement (Fraser et Leenders 2004 ; Aleksy *et al.*, 2006) pour impliquer les acteurs dans l'organisation future. Quel que soit le contexte dans lequel s'insère la démarche de BPM, quel que soit le mode de collecte choisi (entretiens, questionnaires, observations) il est indispensable que les recueils de connaissance, pour pouvoir servir de base à la formalisation des processus, soient validés par les acteurs du système modélisé (Pritsker, 1986). La figure 49 synthétise, à partir des approches de gestion de la connaissance en contexte BPM (Huber, 1991 ; May *et al.*, 1991 ; Grant, 1996 ; Jarke *et al.*, 1997 ; Olin *et al.*, 1999 ; Gupta, 2001 ; Klint et Verhoef, 2002 ; Holland *et al.*, 2005 ; Meso *et al.*, 2006 ...) le processus de recueil de la connaissance et associe à chaque étape le mode de recueil et de retranscription des informations collectées.

Quatre étapes ont été identifiées pour l'acquisition de la connaissance au travers d'une analyse (non exhaustive) de la littérature du domaine :

- ◆ la première étape concerne le choix d'un mode de recueil de la connaissance ; le choix d'un mode est contextuel au système et à l'information existante ; de plus, plusieurs modes sont utilisables simultanément ;
- ◆ la deuxième étape concerne la retranscription de la connaissance recueillie sous la forme d'une base documentaire brute numérisée ; il est très important (Seshasai *et al.*, 2005), pour pouvoir bénéficier d'une meilleure productivité et d'une traçabilité de l'information recueillie, de conserver de manière numérique tous les supports de collecte de l'information ;
- ◆ la troisième étape consiste à valider la retranscription brute de l'information collectée ;
- ◆ la quatrième étape concerne la constitution d'une base de connaissance documentaire qui permettra de formaliser ensuite les processus organisationnels du système. Notons que pour certains, cette base de connaissance documentaire, souvent réalisée dans un langage naturel, constitue en elle même un modèle des processus d'entreprise (Sarramia, 2002 ; Vallespir *et al.*, 2003).

De manière itérative, la base de connaissance sur les processus est ensuite enrichie chemin faisant en recommençant le processus à la première étape (Madhusudan *et al.*, 2004).

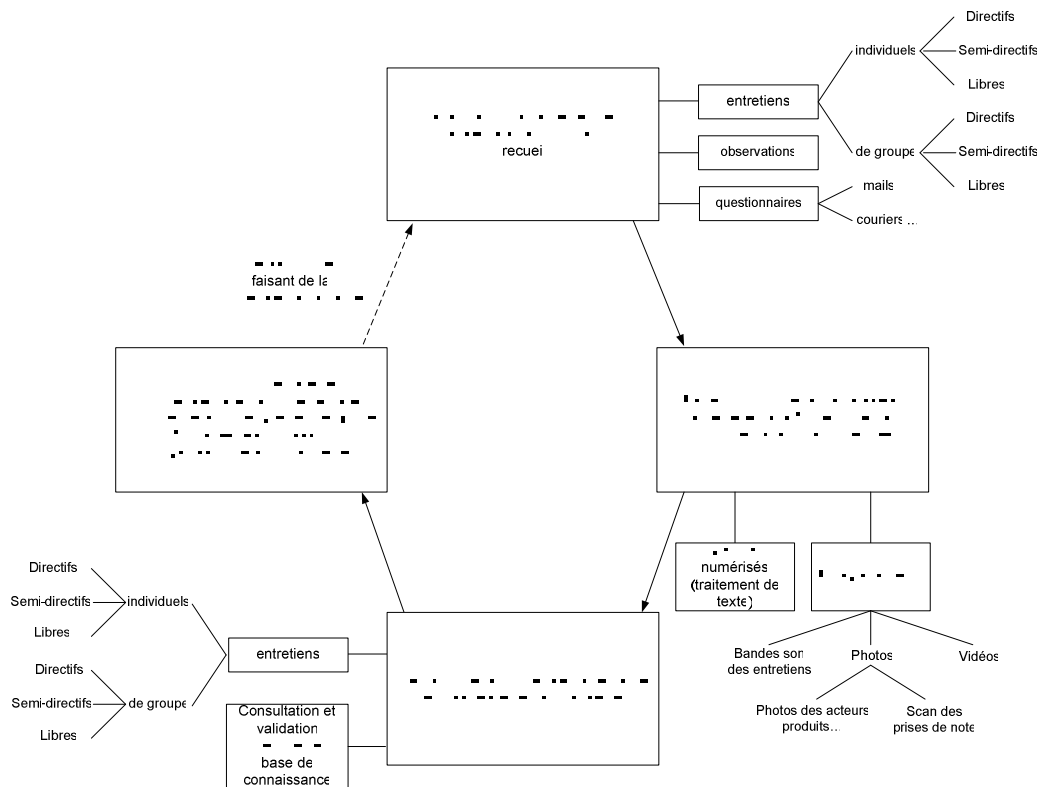


Figure 49. Le processus de recueil de la connaissance dans une perspective de BPM (synthèse des approches de la littérature, adapté principalement de Madhusudan *et al.*, 2004).

Le recueil successif d'informations sur des systèmes d'un même domaine peut conduire, dans une perspective de BPM à concevoir et construire l'ontologie du domaine (Fox et Gruninger, 1994 ; Smirnov *et al.*, 2004) en déterminant les éléments sémantiques génériques propres au domaine d'analyse. (Gruber *et al.*, 1992) définit une ontologie dans le cadre de la modélisation d'entreprise comme *l'ensemble des termes et des notions qui rendent les échanges de connaissances possibles entre deux agents sur un domaine et sur un problème*. Dès le début des années 90 (Mayer, 1991 ; Fox, 1993 ; Fox, 1994, Tham *et al.*, 1994, Fox *et al.*, 1996) fixent comme préalable à la modélisation d'entreprise et au recueil de connaissance la nécessité de réaliser l'ontologie d'un domaine. La plupart des ontologies du domaine sont construites une fois le recueil réalisé ; de plus, systématiquement, le recueil est associé avec la formalisation ou l'analyse et l'utilisation des processus modélisés.

2.2. La formalisation de la connaissance : production d'un modèle de connaissance des processus organisationnels pour la spécification logicielle

L'étude de la littérature est extrêmement prolifique sur la partie du BPM concernant la formalisation des processus. Le plus grand nombre des publications du BPM concerne ainsi la modélisation des processus (Valiris et Glykas, 1999). Selon (Weske *et al.*, 2004), il convient de distinguer d'une part, les méthodes et formalismes permettant de modéliser la connaissance, d'autre part, la structure du modèle de connaissance issue de la démarche de modélisation. En effet, selon les objectifs poursuivis par le modélisateur, la structure du modèle de connaissance issue d'une méthode n'aura pas le même contenu.

Une Supply Chain, dont les contours sont difficiles à cerner, est un système constitué par un ensemble de sous-systèmes complexes. Par essence, elle est donc un système dont les processus sont difficiles à formaliser. Dès lors, notre objectif de formalisation de la connaissance sur les processus d'une Supply Chain en vue de concevoir une application décisionnelle intégrant les flux financiers nous conduit à analyser différentes approches de modélisation et le contenu résultant de leur application. La figure 50 présente l'acceptation que nous proposons pour la suite de ce mémoire des termes méthodologie, approche, méthode et formalisme dans le cadre de la modélisation des processus d'entreprises.

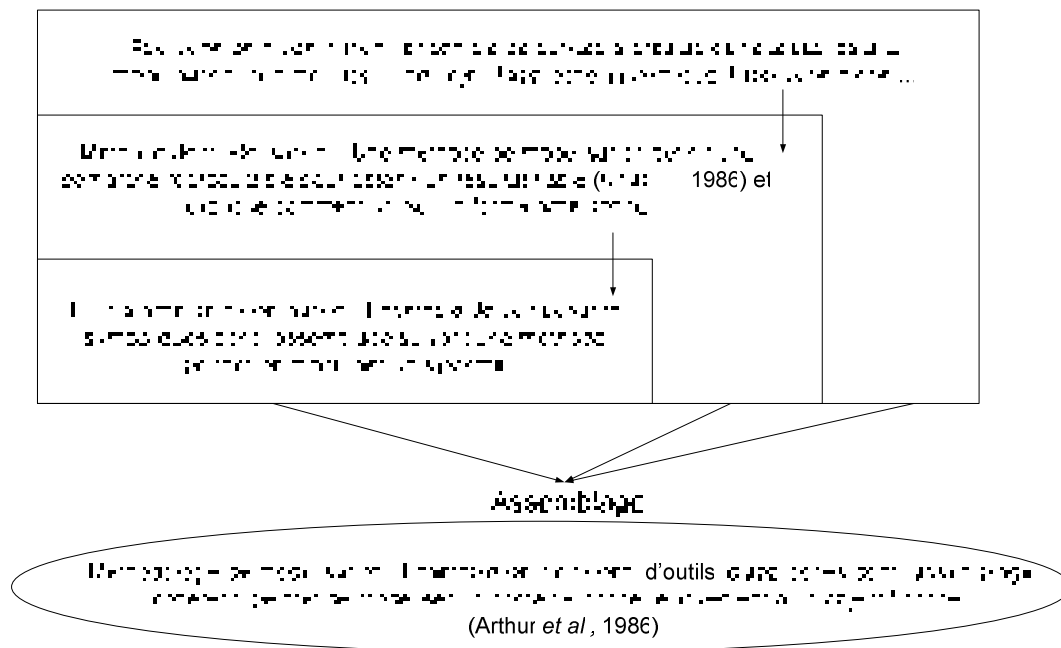


Figure 50. L'assemblage des approches, méthodes et formalismes associés pour la production d'une méthodologie de modélisation

Nous détaillons ainsi les différents types d'approches, puis les méthodes utilisables par rapport à notre problématique d'intégration des flux financiers dans l'aide à la décision pour le SCM et terminons ce point par l'analyse des méthodologies de modélisation existantes.

2.2.1. Les approches de modélisation

Les approches de modélisation d'entreprise, qu'elles soient d'origine "Génie industriel" ou d'origine "Système d'information" prennent leurs racines dans l'approche systémique dont la conception moderne émerge au milieu du XXe siècle (Von Bertalanffy, 1934 ; Weiner, 1948 ; Shanon, 1948 ; Forrester, 1961 ; ...). Dans l'approche de modélisation systémique, le système modélisé est composé d'éléments, de sous-ensembles, de sous-systèmes, dont l'organisation et les interactions font que le système global est plus que la somme de ses parties ; la complexité d'un système a une double origine (De Rosnay, 1975) :

- ♦ la composition, la structure du système, ainsi que les aléas et les incertitudes dans les interactions entre les entités dans le système et entre le système et son environnement constituent la première source de complexité ;
- ♦ la deuxième source de complexité provient des rapports ambigus entre déterminisme et hasard apparent, entre ordres et désordres ; ces rapports sont mis en évidence en contexte logistique par de nombreux travaux scientifiques récents (voir notamment Fabbe-Costes et Lièvre, 2002).

L'approche systémique est à l'origine de toutes les démarches actuelles de modélisation des processus d'entreprise. Dans le contexte dégagé par (Mertins et Jochem, 2005), une approche de modélisation correspond à une manière de structurer et de modéliser la connaissance recueillie relativement à un objectif. Concrètement, les auteurs dégagent deux types d'approches : une approche pour l'ensemble des processus d'entreprise et une approche spécifique aux processus décisionnels. Il est évident que les approches sur les processus décisionnels constituent une sous-partie des approches de modélisation des processus d'entreprise. La figure 51 présente les filiations entre les différentes approches de modélisation.

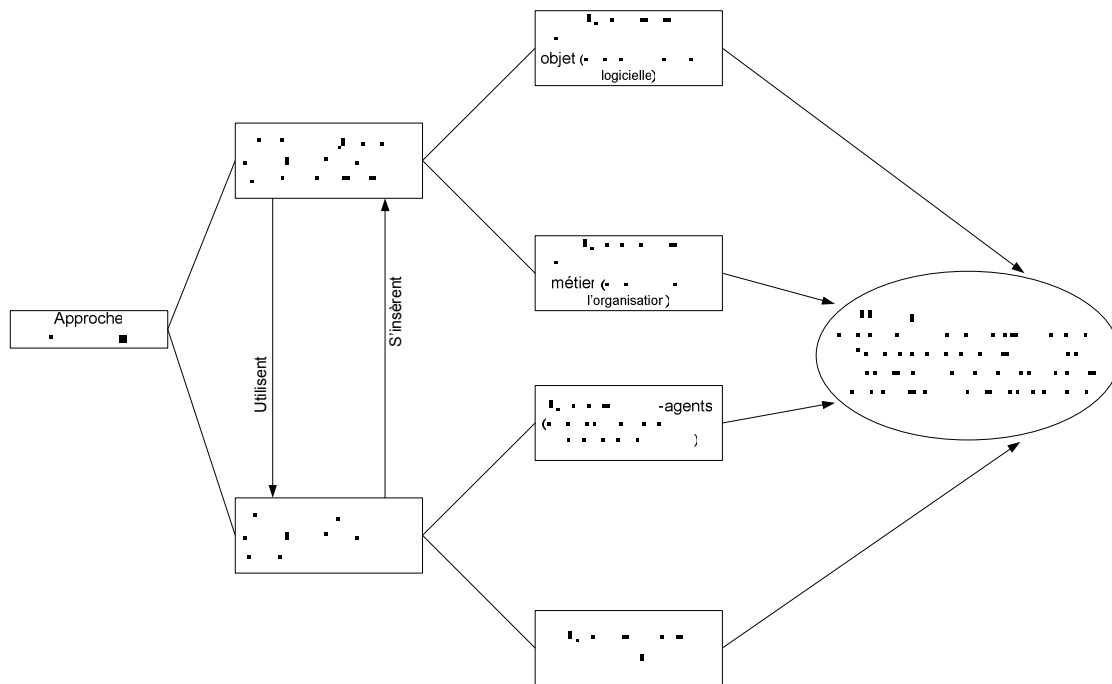


Figure 51. Les filiations entre approches de modélisation pour caractériser les méthodes et méthodologies de modélisation.

2.2.1.1. Les approches générales pour la modélisation des processus d'entreprise

Les deux approches utilisées pour l'architecture du modèle de connaissance d'un système proviennent de deux horizons différents (Blanc, 2005) : celui de l'informatique et celui du Génie Industriel :

- ♦ la première approche est l'approche orientée objet, qui est devenue le standard d'un point de vue flux d'information ; nous ne présenterons pas le détail d'une telle approche, mais rappelons succinctement son intérêt : (i) elle permet de proposer aux différents experts une vision unifiée de leur système en représentant les objets composant le système modélisé avec leurs relations en vue de l'informatisation de certains traitements (Coad et Yourdon, 1991) ; (ii) elle est à l'origine de diverses méthodes de modélisation dont les langages de formalisation ont été unifiés sous le standard UML (UML 1, UML 2) ; (iii) la plupart des langages de programmation sont désormais orientés objets ; (iv) lors d'un processus BPM, l'approche objet peut être conservée sur tout le processus (phase de formalisation, phase d'analyse et d'utilisation du modèle de connaissance) (Nerson, 1992) ; (v) elle permet la production de composants réutilisables pour la modélisation comme pour la programmation (Rumbaugh *et al.*, 1996).
- ♦ la deuxième approche est l'approche fonctionnelle ou métier (Mertins et Jochem, 2005), et provient du Génie industriel. L'objectif de cette approche est de décrire et de modéliser les métiers, process, du système cible. Selon (Vernadat, 1999), les approches fonctionnelles cherchent à décrire ce que fait le système modélisé en terme de fonctionnalités (les tâches ou activités) et de comportements (ordres dans lequel sont exécutées les tâches). D'un point de vue managérial, les approches fonctionnelles sont particulièrement intéressantes pour concevoir les systèmes de valorisation pour le contrôle de gestion (Cooper et Kaplan, 1991 ; Yoshikawa *et al.*, 1994) mais aussi pour reconfigurer les processus. Bien que normalisées, (ISO 14258, 2004) à la suite de nombreux plaidoyers pour leur unification (Bernus et Nemes, 1997 ; Ortiz *et al.*, 1999 ;...), il n'existe pas vraiment pour la spécification des processus métiers, de langage unique et reconnu par tous comme pour le formalisme UML.

Un des apports du BPM est de proposer un cadre permettant de concilier approche fonctionnelle et approche orientée objet (Blanc, 2004) qui combine la vue donnée et la vue métier (figure 52). Les différentes vues sont structurées suivant une vue ascendante (qui consiste, à partir d'activités observées au niveau le plus fin à agréger en activités de granularité moins fine) ou une vue descendante (qui consiste, à partir du système global, à décomposer ce dernier en sous-systèmes de granularité plus fine).

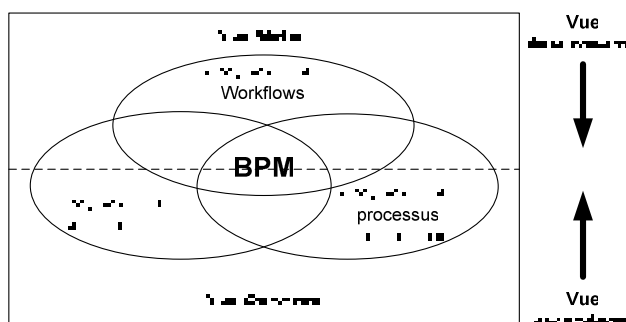


Figure 52. L'approche BPM pour la conciliation de la vue métier et de la vue donnée (Blanc, 2004).

La volonté d'intégrer vue métier et vue donnée est un phénomène récurrent, dont l'ampleur est beaucoup plus forte depuis l'émergence du BPM au début des années 2000, mais qui avait déjà été proposée et formulée par exemple par (Gourgand et Kellert, 1991 ; Kellert, 1992) dans le cadre d'une démarche méthodologique orientée objet pour l'aide à la décision. Compte tenu de notre problématique de constitution d'un outil d'aide à la décision générique intégrant les flux financiers, approches métiers et approches objets doivent être intégrées dans la modélisation de la connaissance recueillie.

2.2.1.2. Les approches spécifiques pour la modélisation des processus décisionnels

Pour modéliser les processus décisionnels, les approches présentées dans le paragraphe précédent sont souvent enrichies à l'aide de l'approche multi-agents (qui permet de modéliser des systèmes dans lesquels la décision est distribuée et non centralisée, (Goujon, 1998)), tandis que les interactions entre agents peuvent être représentées sur des approches de type graphes d'états et sur des approches de type Réseau de Petri (Verbeek et Van der Aalst, 2006 ;...). L'intégration de ces différentes approches dans le contexte Supply Chain, avec une orientation objet ou une orientation fonctionnelle, a été largement réalisée dans la littérature (Dong et Chen, 2001 ; Galland *et al.*, 2003 ...). Il existe d'autres approches de spécification des processus décisionnels (certaines ayant traits à la théorie des jeux, par exemple (Corbett *et al.*, 2005...)). Bien que très intéressantes d'un point de vue théorique, leur intégration à court terme dans des systèmes logiciels opérationnels génériques paraît difficile pour l'aide à la décision en contexte de SCM.

Les approches spécifiques pour la modélisation des processus décisionnels ont été analysées par rapport à notre problématique suivant deux grilles d'évaluation :

- ♦ la première grille d'évaluation (tableau 7) analyse si l'approche possède un cadre conceptuel réutilisable, si cette approche est déjà utilisée dans le contexte de la Recherche Opérationnelle pour l'aide à la décision, si des cas d'applications sur la Supply Chain ont été publiés dans la littérature ;
- ♦ la deuxième grille d'analyse (tableau 8) détaille la structure du modèle de connaissance issue de ces deux approches de modélisation et teste si une vue processus, une vue flux physique, une vue flux financier, une vue flux d'information, une vue spécification orientée objet, une vue spécification orientée métier et si la spécification des règles de gestion ont déjà été proposées dans la littérature sur un système de la classe des Supply Chain.

	Dénomination	Vue conceptuelle (méta modèles / ontologies)	Orientations Recherche Opérationnelle	Cas d'application Supply Chain
Approches	Réseau de Petri	Mendling <i>et al.</i> , 2006	Oui	Dong et Chen, 2001
	Approche multi-agent	Galland <i>et al.</i> , 2003	Oui	Galland <i>et al.</i> , 2003

Tableau 7. Analyse des approches de modélisation des processus décisionnels en contexte Supply Chain.

Dénomination	Vue Processus	Vue flux physique	Vue flux financier	Vue flux d'information	Approche Objet	Approche Métier	Spécification des règles de gestion
Réseau de Petri	Dong et Chen, 2001	Dong et Chen, 2001	non	Mertins et Jochem, 2005	Mendling <i>et al.</i> , 2006	Blackhurst <i>et al.</i> , 2006	Philippi, 2006
Approche multi- agent		Galland et al., 2003	non	Kaihara T., 2003	Kaihara T., 2003	Jiao 2006	Jiao 2006

Tableau 8. Structure de la connaissance recueillie.

Les approches utilisées classiquement dans la littérature pour modéliser la prise de décision ont montré leur intérêt en contexte Supply Chain. Par contre, elles n'ont pas servi à modéliser une prise de décision intégrant le flux financier.

Les différentes approches de modélisation (globales comme spécifiques) que nous venons de définir sont à l'origine de méthodes et de méthodologies qui expliquent comment formaliser la connaissance recueillie et modéliser les processus d'un système complexe.

2.2.2. Les méthodes de modélisation pour le BPM.

Une méthode de modélisation explique comment concevoir et structurer un modèle de connaissance d'un système (une cartographie des processus ...) à partir d'un formalisme donné et d'une ou plusieurs approches. *Une méthode de modélisation définit une démarche reproductible pour obtenir un résultat fiable* (Chabrol, 1986). Un formalisme (formalisme mathématique, graphique, textuel...) n'a de signification qu'employé avec une méthode. Par analogie avec le domaine linguistique, si on considère que le formalisme est un alphabet, la méthode explique comment utiliser et assembler l'alphabet pour produire une représentation visuelle d'une langue donnée sous la forme d'une écriture.

La plupart des méthodes de modélisation sont associées avec un outil logiciel qui permet de constituer une base formalisée des processus. Nous présentons brièvement (sans être exhaustif) quatre méthodes de modélisation qui nous ont paru pertinentes dans le cadre de notre problématique :

- ♦ La méthode MDA, pour Model Driven Architecture (Blanc, 2005 ; Object Management Group, 2006) est issue des Sciences Informatiques. MDA propose, à l'aide du formalisme UML, l'élaboration de modèles d'exigences, ((Computation Independant Model / CIM), d'analyse et de conception ((Platform Independant Model / PIM) et de code qui sont le plus générique possible ; MDA est une méthode orientée objet qui permet de concevoir un modèle de connaissance d'un système pour construire des composants logiciels réutilisables ; ainsi, l'objectif majeur de MDA est *l'élaboration de modèles d'analyses et de spécification pérennes, indépendants des détails techniques des plates-formes d'exécution afin de permettre la génération automatique de la totalité du code des applications et d'obtenir un gain de productivité significatif* (Blanc, 2005). Concrètement, la partie CIM contient les exigences métiers de l'application et la description du système, tandis que la partie PIM transforme le modèle CIM en modèle orienté objet. La dernière partie de la méthode MDA est l'instanciation du modèle CIM sur une plateforme d'exécution. Concrètement, MDA est pour l'instant orienté conception de système d'information, mais beaucoup moins orienté système d'aide à la décision. Peu d'applications en contexte Supply Chain ont été proposées dans la littérature. Par contre, les aspects de réutilisation présents dans la méthode permettent tout à fait d'en envisager l'extension en contexte Aide à la décision pour la Supply Chain. Cependant, aucun formalisme ou méthode n'est associé et aucune structuration de la connaissance recueillie n'est proposée dans le modèle CIM.
- ♦ La méthode SADT, qui signifie "Structured Analysis and Design Technique", (Ross, 1977) est une méthode fonctionnelle qui est largement utilisée pour sa simplicité d'utilisation. SADT permet de spécifier simplement à l'aide d'une vue descendante (Lissandre, 1990) tout système logistique, logiciel, système de transport... Son principe est reproduit dans de nombreux logiciels gratuits ou commerciaux.
- ♦ La méthode IDEF (IDEF, 2006 ; Kbsi, 2006) qui a été proposée dans le cadre du programme ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing financé par le ministère Américain de la Défense à la fin des années 1970 et au début des années 1980) pour décrire le fonctionnement des systèmes de production est la réutilisation et l'extension des principes fonctionnels contenus dans SADT. La méthode IDEF0 est ainsi proposée pour la modélisation fonctionnelle, la méthode IDEF1/X Express pour la modélisation du flux d'information, IDEF3 pour la modélisation des processus, IDEF4 pour obtenir une vue orientée objet et IDEF5 (Mayer, 1991) pour les ontologies du domaine. Notons également que le programme ICAM, dans le cadre du développement des méthodes IDEF est à l'origine du développement de méthodes de valorisation de type Activity Based Costing sous le vocable Activity based Accounting.
- ♦ La méthode ARIS (ARchitecture of Integrated System), (Scheer, 1998) ; la conception de l'Architecture de Systèmes d'Information Intégrés repose sur un concept d'intégration dicté par une vision globale des processus de l'entreprise. Le logiciel ARIS (version 7) est une solution de BPM (IDS-Scheer, 2006) et propose une vue ABC. La conception de l'architecture proposée dans ARIS se base tout d'abord sur un modèle développé pour les processus d'entreprise et contenant toutes les caractéristiques principales nécessaires à la description de processus d'entreprise. ARIS utilise un formalisme spécifique ainsi qu'une vingtaine de diagrammes spécifiques (leur détail est donné dans l'aide de ARIS). Le concept ARIS fournit (IDS-Scheer, 2006) un cadre dans lequel des systèmes d'information intégrés peuvent être développés et optimisés et dans lequel la transposition de ces systèmes peut être décrite par des vues descriptives et des niveaux descriptifs (figure 53) :
- Les vues descriptives constituent le premier composant de l'architecture. Elles simplifient les processus d'entreprise complexes en les décomposant. Nous distinguons quatre vues différentes : (i) vue des fonctions (Fonctions) qui comprend les fonctions à exécuter (opérations) dans une entreprise ainsi que leurs relations hiérarchiques (exemple de modèle : arbre de fonctions) ; (ii) vue des données (Données) qui rassemble les événements et les états de l'environnement de référence des entreprises ; (iii) vue organisationnelle

(Organisation) qui fait apparaître les unités organisationnelles et les collaborateurs de l'entreprise ainsi que leurs relations et leurs structures (exemple de modèle : organigramme) ; (iv) vue de gestion (Processus) où sont mises en évidence les relations entre les trois vues précédentes. Les processus d'entreprise se trouvent au centre de cette dernière vue (exemples de modèles : Chaîne de Processus Evenementielle, diagramme de chaînes de plus-value, diagramme de flux de matières...).

- Les niveaux descriptifs établissent une distinction entre différents niveaux : (i) Règles de gestion (Kindler, 2006) : ici, le concept opérationnel de gestion d'entreprise à appliquer est décrit dans une langue descriptive suffisamment formalisée pour pouvoir servir de base à une transposition cohérente dans les techniques de traitement de l'information ; (iii) Concept informatique : il s'agit du transfert du champ conceptuel des règles de gestion vers les catégories de la transposition informatique ; (iv) Implémentation : le concept informatique est converti en composants informatiques concrets.

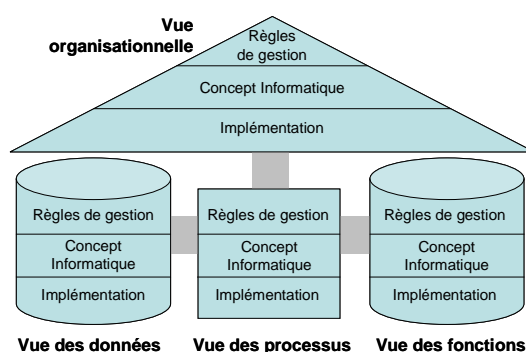


Figure 53. Vue descriptive de l'organisation et niveaux de descriptions dans ARIS.

Nous avons analysé les quatre méthodes de modélisation (MDA, IDEF, SADT et ARIS) suivant les mêmes critères que pour les approches des processus décisionnels. Le tableau 9 et le tableau 10 présentent les résultats de cette analyse.

	Dénomination	Vue conceptuelle (méta modèles / ontologies)	Orientation Recherche Opérationnelle	Cas d'application Supply Chain (Dans la littérature)
Méthodes	MDA	Kim <i>et al.</i> , 2006 ; Russel et al., 2006	non	Kim <i>et al.</i> , 2006 Schneiwess, 2003
	IDEF	Mayer, 1991	Tah et Carr, 2001	Tah et Carr, 2001
	SADT	Formalisée dans IDEF	Tchernev, 1997	Santarek et Buseif 1998
	ARIS	Green et Rosemann, 2000	non	non

Tableau 9. Analyse des méthodes de modélisation en contexte Supply Chain.

Dénomination	Vue Processus	Vue flux physique	Vue flux financier	Vue flux d'information	Approche Objet	Approche Métier	Spécification des règles de gestion
MDA	Méthode de spécification logicielle orientée objet présentant un cadre général				Blanc, 2005	non	Philippi, 2006
IDEF	IDEF3	Tah et Carr, 2001	Partielle Modélisation ABC	IDEF4	IDEF4	Tah et Carr, 2001	
SADT	Santarek et Buseif, 1998	Santarek et Buseif, 1998	Partielle Modélisation ABC	IDEF4	IDEF4	Santarek et Buseif, 1998	
ARIS	Scheer 1998	Scheer 1998	Partielle Modélisation ABC	Scheer 1998	Scheer 1998	Scheer 2002	Verbeek et al., 2006

Tableau 10. Structure de la connaissance recueillie.

Ces tableaux montrent que la méthode MDA est difficilement utilisable sans lui adjoindre une approche métier. Les méthodes IDEF et ARIS, en dehors des formalismes, sont comparables. IDEF est une méthode dont le développement a été financé par l'armée Américaine (Projet ICAM), tandis que ARIS, dont le développement a été financé en partie par le programme Européen ESPRIT, est issue des besoins pour la spécification et le déploiement rencontrés par les concepteurs des logiciels de la firme SAP.

2.2.3. Les méthodologies de modélisation pour le BPM

Dans le cadre de la modélisation d'entreprise, selon (Arthur *et al.*, 1986), une méthodologie :

- ♦ organise et structure les tâches à réaliser ;

- ♦ contient des méthodes et des techniques pour la réalisation de tâches individuelles (tâches dont la réalisation permet d'atteindre les objectifs globaux) ;
- ♦ préconise un ordre dans lequel certains types de décisions sont pris et la manière de prendre ces décisions afin d'atteindre les objectifs visés.

Une méthodologie de modélisation est un ensemble de méthodes, d'outils, d'approches et de concepts permettant de modéliser un système. La force d'une méthodologie de modélisation réside dans sa capacité à pouvoir combiner des approches, des outils ou des méthodes d'origines différentes et à organiser leur agencement dans un but bien précis. Dans le cadre de notre problématique de conception d'un outil d'aide à la décision, nous avons identifié 6 méthodologies de modélisation permettant de répondre à notre problématique d'analyse et de spécification pour la conception d'outils d'aide à la décision :

- ♦ TOVE - TOronto Virtual Enterprise - (Fadel, 1994 ; Gruninger et Fox, 1995) ;
- ♦ GRAI-GIM - Graphes de Résultats et d'Activité Inter-reluées - (Roboam *et al.*, 1989) et GRAI Integrated Methodology - (Chen *et al.*, 1997) ; GRAI reprend et intègre les apports de MERISE dans son approche de modélisation.
- ♦ CIMOSA -CIM Open System Architecture - (Kosanke *et al.*, 1999) ;
- ♦ PERA - Purdue Enterprise Reference Architecture - (Williams, 1994) ;
- ♦ GERAM -Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology - qui propose de généraliser CIMOSA, GRAI-GIM, PERA... - (Williams et Li, 1997) ;
- ♦ ASCI - Analyse, Spécification, Conception et Implantation - (Gourgand et Kellert, 1991).

Ces différentes méthodologies ont été utilisées sur des projet de recueil et de formalisation de la connaissance en contexte de Supply Chain Management ; nous ne détaillons pas les différentes méthodologies, qui sont toutes reconnues dans le domaine de la modélisation (en informatique ou en génie industriel), et validées et publiées dans la littérature. Ces méthodologies expliquent ainsi comment combiner méthodes, approches et outils pour produire un modèle de connaissance d'un système. Certaines méthodologies se concentrent uniquement sur la partie de recueil et de formalisation de la connaissance tandis que d'autres considèrent ces deux étapes comme un préalable à la construction de modèles informatiques.

Nous avons analysé chacune des méthodologies de modélisation suivant les mêmes critères qu'aux sous-sections précédentes. Cependant, par rapport à notre problématique de conception d'un outil logiciel intégrant le flux financier dans l'aide à la décision, la dimension réutilisation des modèles (possible par l'intermédiaire de méta-modèles et d'ontologies) ainsi que l'orientation "aide à la décision" sont deux critères particulièrement discriminants.

	Dénomination	Vue conceptuelle (méta modèles / ontologies)	Orientation Aide à la décision, simulation	Cas d'application Supply Chain
Méthodologies	TOVE	Tham <i>et al.</i> , 1994 ; Fox <i>et al.</i> , 1998	non	Tham, 1999
	GRAI-GIM	Chen <i>et al.</i> , 1997	non	Doumeingt <i>et al</i> 1995
	CIMOSA	Kosanke <i>et al.</i> , 1999	non	Abdmouleh <i>et al.</i> , 2004
	PERA	non	non	Li et Williams, 2000
	GERAM	Noran 2005	non	-
	ASCI	Ruch, 1994 ; Sarramia, 2002.	Gourgand et Kellert, 1991	Cossard, 2004

Tableau 11. Analyse de différentes approches, méthodes et méthodologies permettant le recueil et la formalisation des processus.

Dénomination	Vue Processus	Vue flux physique	Vue flux financier	Vue flux d'information	Approche Objet	Approche métier	Spécification des règles de gestion
TOVE	Gruniger <i>et al.</i> , 2000	Fox et Gruniger, 1994	Tham, 1999, partielle modèle ABC	Fox et Huang, 2005	Fadel, 1994	Fox et Gruniger, 1994	Fox et Huang, 2005
GRAI-GIM		Doumeingt <i>et al</i> 1995	non	Vallespir <i>et al.</i> , 2004		McCarthy et Menicou, 2002	Poler <i>et al.</i> , 2002
CIMOSA	Abdmouleh 2004	Solte et Segman, 2000	non	Reyneri, 1999	Berio et Vernadat, 1999	Abdmouleh, 2004	Zwegers <i>et al.</i> , 1997
PERA		Li et Williams, 1997	non			Williams, 1994	Williams, 1994
GERAM	Méthodologie s'appuyant sur GRAI-GIM, PERA et CIMOSA essayant d'harmoniser les formalismes					Williams et Li 1997	Noran 2003
ASCI	Tchernev, 1997	Gourgand et Kellert, 1991	non	Gourgand et Kellert 1991			

Tableau 12. Structure du modèle de connaissance recueilli.

L'étude détaillée de la littérature montre que, par rapport à notre problématique, deux méthodologies sont particulièrement intéressantes :

- ♦ la première est la méthodologie TOVE, pour laquelle une ontologie des modèles de valorisation présente un intérêt évident pour notre approche de modélisation et d'évaluation de performances ; les propos de (Tham, 1999) constatant l'absence d'intégration des méthodes de valorisation (modèles de coûts) dans la modélisation d'entreprise (avec comme corollaire une double modélisation des processus) restent toujours d'actualité dans toutes les autres méthodologies de modélisation. Cependant, TOVE est complètement orientée "mise en place de système de valorisation et système d'information" et ignore complètement une orientation "Recherche Opérationnelle" dans les phases de recueil et de formalisation de la connaissance ; les modèles conceptuels proposés dans les différents travaux de la méthodologie TOVE proposent une structuration de la connaissance recueillie qui est principalement orientée pour la mise en place de systèmes Activity Based Costing, et de systèmes d'information pour les ERP ; de plus, une des faiblesses de l'approche TOVE réside dans la séparation des flux qui rend plus difficile l'utilisation de la méthodologie pour l'aide à la décision ;
- ♦ la deuxième est la méthodologie ASCI : un des points originaux de la méthodologie ASCI réside dans la structuration de la connaissance recueillie en trois sous-systèmes qui permet de spécifier le comportement du système modélisé pour concevoir à la fois le système d'information et le système d'aide à la décision. De plus, contrairement aux autres méthodologies qui s'arrêtent à la spécification, ASCI propose un processus de modélisation qui comprend les phases de conception et d'implantation de modèles informatiques d'aide à la décision. Cependant, l'absence complète de la prise en compte du flux financier dans la structuration de la connaissance comme dans les modèles informatiques empêche la réutilisation en l'état de la méthodologie de modélisation ASCI sur le domaine des Supply Chain.

2.3. L'utilisation multiple des modèles de connaissance issus d'une approche de BPM

Une étude réalisée par (Davies *et al.*, 2005) sur l'utilisation par les entreprises de la base de connaissance des processus d'entreprise structurée et formalisée montre les cas d'usages suivants (figure 54) :

- ♦ le modèle de connaissance est utilisé pour concevoir le Système d'information (Entrepôt de données, base de données, ERP), (Scheer, 1998 ; Solte *et al.*, 2000 ; Hammori *et al.*, 2006...) ;
- ♦ le modèle de connaissance est utilisé pour concevoir le système d'aide à la décision (Advanced Planning and Scheduling, modèles d'optimisation, modèles de simulation) (Danese *et al.*, 2004 ; Grigororia *et al.* 2004) ;
- ♦ le modèle de connaissance est utilisé pour concevoir le système d'évaluation de performance (systèmes de contrôle de gestion s'inscrivant dans le Supply Chain Costing), (Davies *et al.*, 2005) ;
- ♦ le modèle de connaissance est utilisé pour concevoir et valider les processus organisationnels actuels ou futurs d'une organisation par le biais d'échanges avec les acteurs du système cible (Hammer et Champy, 1993) ; ainsi, selon les auteurs, la plupart des processus de travail apparaissent et se modifient chemin faisant, sans que l'on ait forcément validé leur pertinence ; dès lors, leur modélisation permet de conduire une réflexion de rationalisation ou de planification (Sampieri, 2000) conduisant à leur reconfiguration.
- ♦ le modèle de connaissance est utilisé pour permettre une certification des processus organisationnels dans le cadre d'une démarche qualité (ISO 14258, 2004 ; ISO 15704, 2004 ; ISO CD 15531-31, 2004).

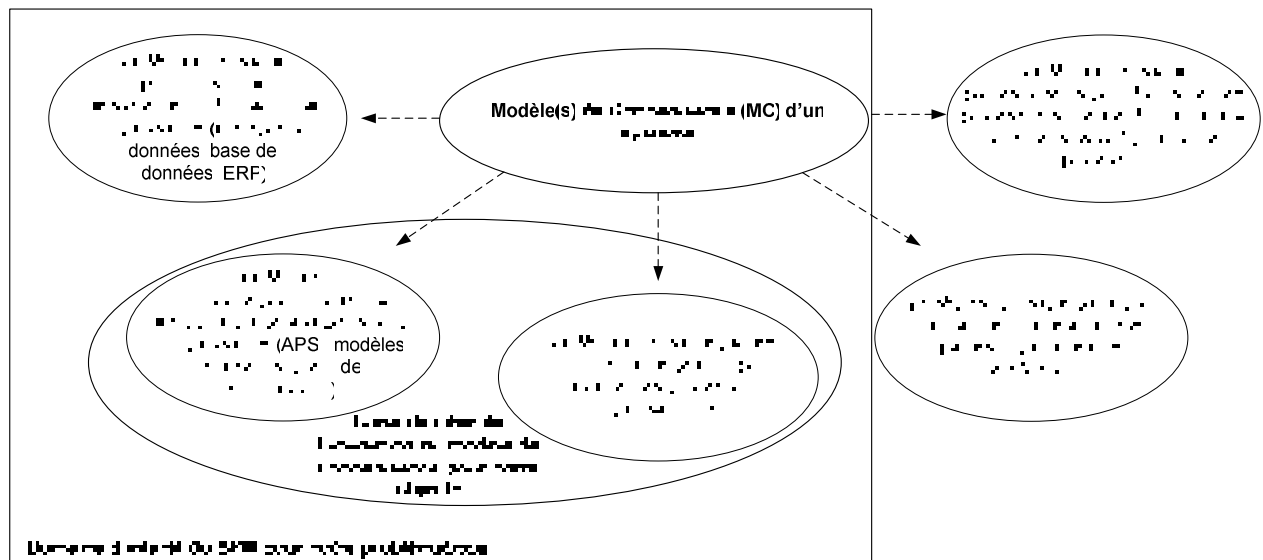


Figure 54. Utilisation multiple des modèles de connaissance d'un système.

L'étude de (Davies et al., 2005) montre qu'un même modèle pourrait être utilisé de manière conjointe par les différents utilisateurs ; on peut supposer que le processus de formalisation gagnerait en productivité s'il était centralisé et réalisé une fois pour toute, puisque le modèle de connaissance nécessite la même base de connaissance quelles que soient les utilisations qui en sont faites. En effet, cette cartographie unique des processus réalisée dans le cadre de la modélisation d'un système complexe est utilisable, par rapport à notre problématique, à la fois pour construire le système d'information, construire le système d'aide à la décision, et concevoir le système de valorisation des processus (Raghu et Vinze, 2005).

Compte tenu de la complexité d'une Supply Chain, la mise en place d'une approche BPM permet de formaliser le processus logistique entre et dans les systèmes composant la Supply Chain (Danese *et al.*, 2005) et constitue un préalable nécessaire à la collaboration des activités sur le long terme. Comme le montre la figure 54, l'activité de BPM qui consiste à formaliser la connaissance sur les processus d'un système permet de générer un modèle documenté réutilisable dans plusieurs contextes différents. Cependant, compte tenu de nos objectifs de conception d'applications décisionnelles pour le Supply Chain Management, nous nous limiterons à l'utilisation du modèle de connaissance d'un système pour la conception de systèmes d'aide à la décision intégrant une évaluation financière des processus organisationnels.

3. Outils et méthodes du Supply Chain Costing pour l'évaluation des performances

La section précédente a montré quelles étaient les approches, méthodes, et méthodologies permettant de spécifier le comportement des flux et des processus de la Supply Chain. Notre objectif de conception d'application logicielle décisionnelle suppose d'implanter un modèle d'évaluation des processus de la Supply Chain et de pouvoir sélectionner les meilleurs indicateurs de performance pour cette dernière.

Conscients de la difficulté de proposer une démarche permettant d'évaluer les processus de la Supply Chain, (La Londe et Pohlen, 1996), (Cullen *et al.*, 1999), (Li *et al.*, 2001) puis (Seuring, 2002) proposent, sous le terme de Supply Chain Costing, une synthèse des approches issues du contrôle de gestion et utilisable en contexte logistique. (Goldbach, 2002) présente l'objet du Supply Chain Costing comme l'extension du contrôle de gestion sur l'ensemble de la Supply Chain dans le cadre du SCM, impliquant une approche susceptible de dépasser les frontières organisationnelles. Le Supply Chain Costing doit être capable de lier *des indicateurs de performance avec les coûts* (La Londe et Pohlen, 1996). L'un des buts du contrôle de gestion étant de minimiser l'écart entre les buts individuels et les buts organisationnels (Anthony, 1988), on peut dès lors supposer que la recherche en contrôle de gestion sur l'entreprise étendue peut être utilisée pour le SCM. Cette recherche sur la Supply Chain a débouché sur deux outils qui sont intégrés dans le Supply Chain Costing (Lalonde et Pohlen, 1996 ; Cooper et Slagmulder, 1999 ; Seuring, 1999) :

- ◆ les tableaux de bord, qui, par la sélection d'indicateurs de performance, permettent la formalisation et la structuration de l'information décisionnelle pour l'ensemble des flux de la Supply Chain, (dont nous

présentons l'aspect informatique et l'intérêt du couplage avec le Système d'information de la Supply Chain dans la section 5 de ce chapitre) ;

- ♦ la méthode Activity Based Costing, qui, grâce à son intégration avec d'autres techniques managériales, permet de révéler la formation des coûts de la Supply Chain et de valoriser de manière monétaire la performance. Cependant, cette méthode ne permet pas en l'état de connaître le niveau attendu pour le flux financier, mais produit de l'information sur les niveaux de profits et de coûts générés par la Supply Chain (Seuring, 1999).

La figure 55 présente l'intégration du Supply Chain Costing dans les approches du Supply Chain Management.

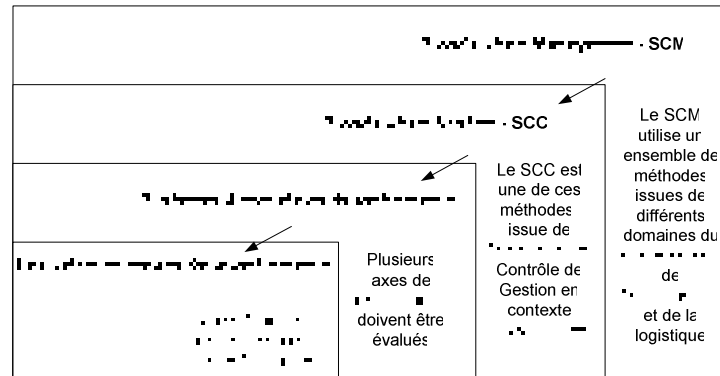


Figure 55. L'intégration des différentes approches du Supply Chain Costing dans le Supply Chain Management.

Dans un premier temps, nous abordons la notion de performance dans le cadre du Supply Chain Costing. Dans un deuxième temps, nous présenterons les méthodes du Supply Chain Costing permettant d'identifier les différents axes d'évaluation de la Supply Chain. Le troisième point de cette section montrera la pertinence de la méthode ABC pour révéler la formation des coûts dans la Supply Chain. Dans un dernier point, enfin, nous montrerons les limites des approches existantes du Supply Chain Costing pour l'évaluation des performances.

3.1. La problématique générale de la performance dans le cadre du Supply Chain Costing

Dans son acception ingénieuriste, le terme performance a un double sens : il signifie soit (Gourgand, 1984), "*résultat obtenu par un système*", soit, "*ce que le système est capable d'accomplir*", quelle que soit la nature du système. Ces deux notions de la performance sont très proches de celles utilisées dans le champ du contrôle de gestion.

Selon (Bouquin, 2004) la problématique générale de la performance (figure 56) s'articule autour de trois notions dont les objectifs sont parfois conflictuels :

- ♦ la première notion est celle de l'économie, qui consiste à se procurer les ressources au moindre coût ;
- ♦ la deuxième notion est celle de l'efficacité (Barnard, 1938), qui consiste en l'optimisation du fonctionnement des processus organisationnels ;
- ♦ la troisième notion est celle de l'efficacités (Barnard, 1938), qui consiste à réaliser les objectifs et finalités poursuivis.

(Bouquin, 2004), tout en reconnaissant l'aspect réducteur de son constat, signale que l'efficacité s'identifie très bien aux notions de rentabilité et de productivité ; ainsi, pour un système organisationnel, l'efficacité *se décline principalement en création de valeur*, tandis que l'efficacité renvoie surtout à la compétitivité.

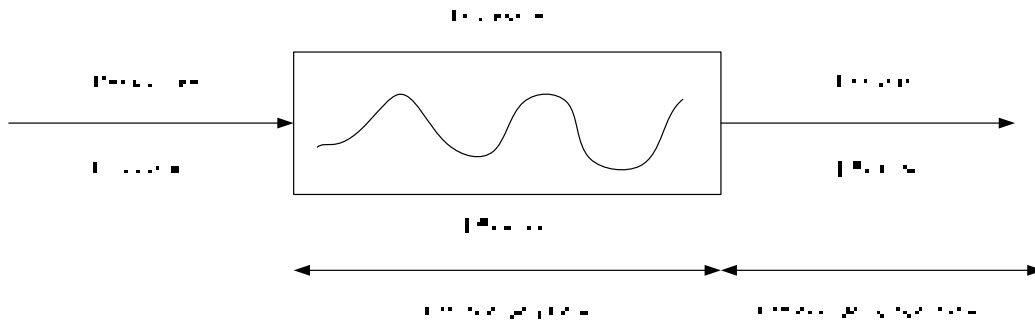


Figure 56. La problématique générale de la performance (Bouquin, 2004).

En supposant que le processus logistique d'une Supply Chain se décompose en un ensemble de processus dont on peut rattacher le contrôle à une des compagnies membres de la Supply Chain, la figure 57, même si elle ne prend pas en compte, à ce niveau de granularité l'agencement du réseau Supply Chain, visualise la complexité de la problématique générale de la performance en contexte de SCM. Ainsi, l'efficacité de la Supply Chain se traduira par la capacité à satisfaire le client final ainsi que l'ensemble des acteurs (les firmes et leurs actionnaires...) prenant part à la collaboration, tandis que l'efficience de la Supply Chain se traduira à deux niveaux :

- l'optimisation des processus intra-organisationnels relativement aux ressources consommées par une entité de la Supply Chain ;
- l'optimisation de la coordination inter-organisations relativement aux objectifs du partenariat du SCM.

Dès lors, la mesure de la performance financière de la Supply Chain dans son ensemble constitue la manière de connaître, pour les acteurs, le montant des gains réalisés par la collaboration, leur processus de formation et la manière dont ils se sont répartis.

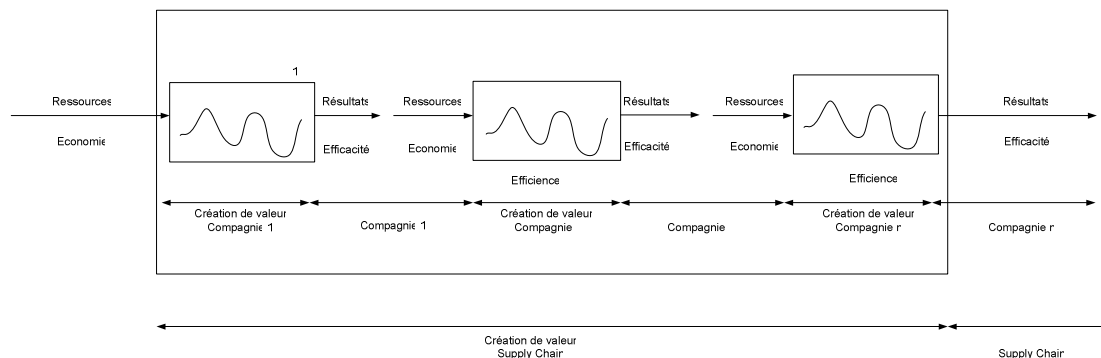


Figure 57. Une vue linéaire de la problématique générale de la performance sur la Supply Chain.

Comme le Supply Chain Costing constitue l'extension des outils du contrôle de gestion sur la Supply Chain, la notion de performance dans son acceptation gestionnaire (Pesqueux, 2004) prend tout son sens. Selon (Bourguignon, 1995), la notion de performance, terme polysémique s'il en est, est difficile à préciser dans le champ de la gestion des organisations (Bessire, 1999 ; Bourguignon 2000 ; Pesqueux, 2004). Ainsi, la *performance revêt ...des aspects multiples, sans doute convergents, mais qui méritent d'être abordés dans une logique ... globale* (Marmuse, 1997). Son acceptation gestionnaire (Bourguignon, 1995) sous entend trois notions :

- ♦ La première notion est la notion de "performance résultat" qui est rapprochée d'un référentiel ou objectif. Cette acceptation de la performance correspond au niveau de réalisation des objectifs (Burlaud et Eglem, 1995) ;
- ♦ La deuxième notion est la notion de "performance action" qui permet, selon (Pesqueux, 2004) de distinguer la compétence (capacité d'agir, de réaliser une production) de la production réelle. Il y aurait performance dès qu'il serait possible de constater le passage d'une potentialité à une réalisation.
- ♦ La troisième notion est la notion de "performance succès" et correspond à l'introduction d'un jugement d'évaluation au regard d'un référentiel (Burlaud et Eglem, 1995) : *"une performance n'est pas mauvaise en soi. Un même résultat peut être considéré comme une bonne performance si l'objectif est ambitieux ou une mauvaise performance si l'objectif est modeste"*.

Selon (Seuring, 2001), une dimension dynamique est à intégrer dans les niveaux de performance de la Supply Chain. Dès lors, trois niveaux sont à prendre en compte pour l'évaluation de la Supply Chain :

- ♦ le premier niveau concerne la définition des objectifs de performance par les acteurs de la Supply Chain (la performance souhaitée) ;

- ♦ le deuxième niveau concerne l'évaluation ex-ante de la performance (le prévisionnel de performance), autrement dit le niveau de performance révélé par les outils d'aide à la décision (la performance évaluée) ;
- ♦ le troisième niveau concerne la performance ex-post (la performance réalisée et mesurée).

Le croisement des niveaux de performance pour la Supply Chain de Seuring avec l'acceptation gestionnaire de la performance de Bourguignon permet ainsi de caractériser la nature multiple de la performance pour le Supply Chain Costing. La figure 58 présente les différentes acceptations possibles de la notion de performance dans le cadre du Supply Chain Costing.

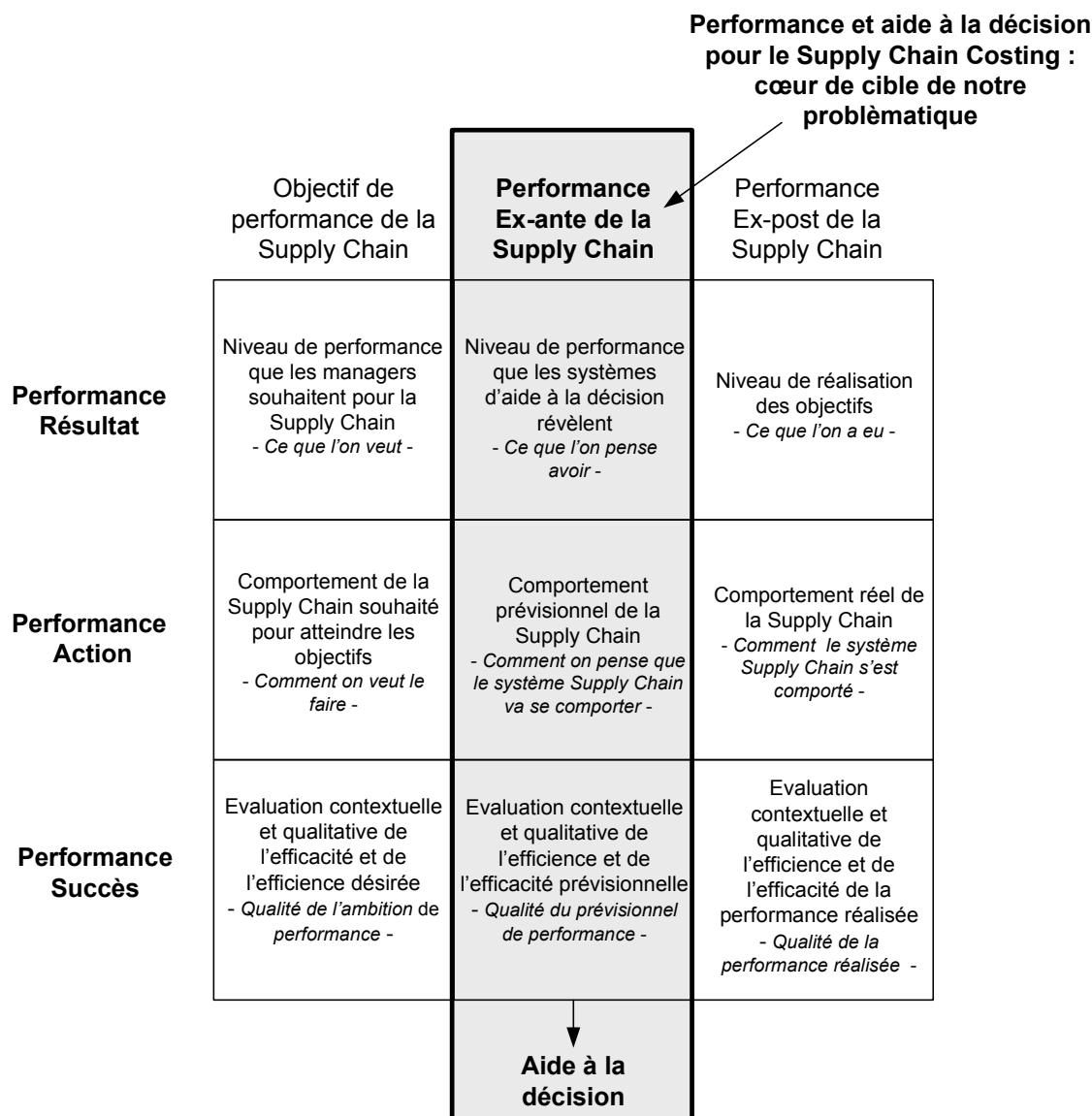


Figure 58. Performance et Supply Chain Costing.

3.2. Les différents axes d'évaluation de la Supply Chain dans le Supply Chain Costing

A partir du moment où les processus de la Supply Chain sont identifiés par une action de BPM, il convient de déterminer, pour chacun d'entre eux, quels sont les indicateurs susceptibles de révéler le niveau d'efficience et d'efficacité. A cet effet, de nombreux auteurs proposent de structurer l'information provenant de ces indicateurs sous la forme de tableaux de bord (Cross et Lynch, 1989 ; Chiapello et Delmond, 1994 ; Kaplan et Norton, 1992, 1993, 1996 ; Edvinsson et Malone, 1997). Ces systèmes d'indicateurs analysent la performance des processus organisationnels suivant plusieurs axes. Chaque indicateur de performance aura une signification propre et traduit les objectifs stratégiques au niveau opérationnel (Bouquin, 2001) : la définition du concept d'indicateur de performance constituera notre premier point. Les indicateurs de performance sont toujours regroupés dans un état, un système, un tableau de

bord (Kaplan, 1996) et devraient être organisés de manière cohérente par rapport aux objectifs de l'organisation : aussi, dans un deuxième temps, nous traiterons des caractéristiques des différents axes d'analyse d'un système d'indicateurs de performance en contexte Supply Chain.

3.1.1. L'indicateur de performance : une traduction du suivi de la stratégie au niveau opérationnel

Selon (Bonnefous, 2001) un indicateur de performance peut se définir comme une information devant aider un acteur individuel, ou une organisation, à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif, ou devant lui permettre d'en évaluer le résultat. Un indicateur doit mesurer une performance (Berrah, 1997) correspondant à l'objectif poursuivi. Il est la traduction chiffrée des objectifs stratégiques poursuivis par l'organisation (Epstein et Manzoni, 1998). Il est également associé à une "action à piloter" (Lorino, 2001) dont il doit révéler la pertinence opérationnelle. Le schéma de la figure 59, bâti d'après (Lorino, 1997) explique l'utilisation d'un indicateur de performance (figure 60).

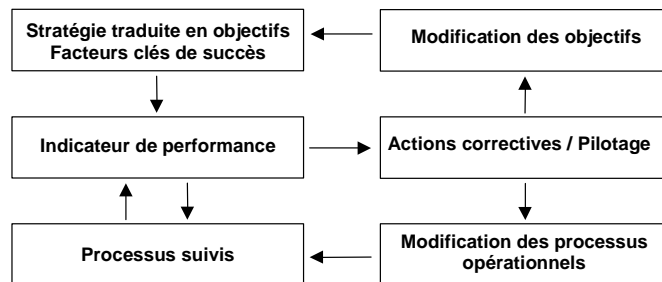


Figure 59. L'utilisation des indicateurs de performance (Adaptée de Lorino, 1997).

L'indicateur est ainsi vu comme un élément permettant au pilote du système de gestion de prendre une décision adéquate : c'est à dire soit de changer les objectifs, soit de modifier le processus.

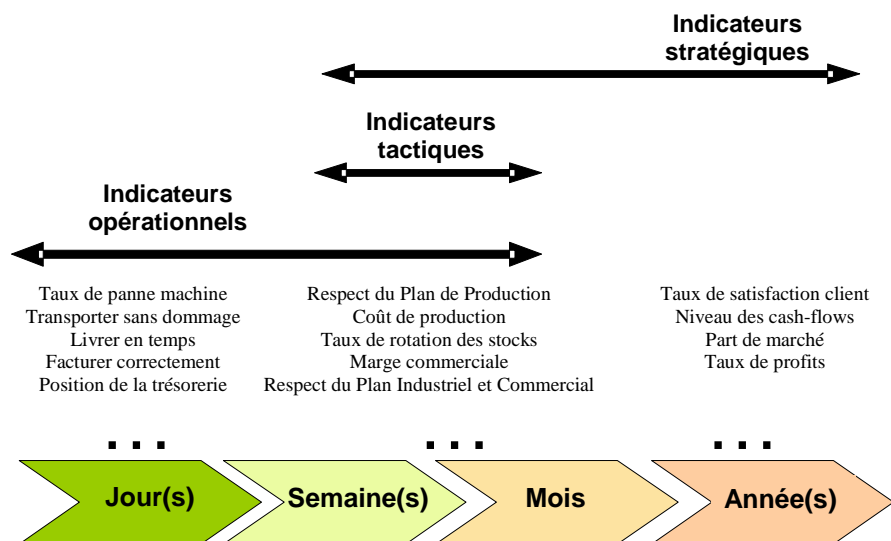


Figure 60. Maille temporelle et niveau décisionnel d'un indicateur de performance.

Pour chaque activité analysée, on peut choisir des indicateurs stratégiques ou opérationnels (Bonnefous, 2001) mais tout dépend de l'horizon d'analyse (court terme, moyen terme, long terme). Certains indicateurs correspondent ainsi plus à une performance de court terme, d'autres à une performance de moyen ou de long terme. La figure 60, adaptée de (Bonnefous, 2001) montre la progression chronologique dans l'utilisation des indicateurs, mais aussi que les frontières entre niveau stratégique/opérationnel et long terme/court terme sont aussi fonction du système et de l'activité étudiés.

Il n'existe pas d'indicateurs génériques dans le cadre du Supply Chain Management. Cependant, les 1000 indicateurs regroupés dans le modèle SCOR du Supply Chain Council montre que l'on peut distinguer trois grandes familles :

- ♦ une première famille d'indicateurs qui porte sur l'efficacité de la Supply Chain vis à vis du client final (de manière très simpliste, la satisfaction logistique porte sur la capacité à délivrer les produits et services au bon endroit, au bon moment, avec la bonne quantité (taux de satisfaction de la demande)) ;
- ♦ une deuxième famille d'indicateurs porte sur l'efficacité de la Supply Chain vis à vis des acteurs qui la composent (capacité à satisfaire financièrement les actionnaires des entités composant la Supply Chain) ; les variables financières en contexte SCM sont souvent liées avec les ratios classiques de l'analyse

financière (Christopher, 1998, figure 61 et figure 62) dont (Lambert et Burduroglu, 2000) proposent une extension de l'utilisation au contexte du SCM ; le danger de leur utilisation unique est souvent d'identifier l'efficacité de l'organisation à un solde comptable (Bouquin, 2004). Le critère le plus utilisé en terme de création de valeur financière (par rapport à l'activité d'exploitation, qui se rapproche le plus des activités logistiques) se rapporte aux niveaux des cash-flows générés par l'organisation Supply Chain (Hendricks et Singhal, 2003).

- ♦ une troisième famille d'indicateurs porte sur l'efficacité de la Supply Chain. Ce sont les indicateurs qui traitent de la consommation des ressources (transformées en étalons monétaires par le biais de systèmes de valorisation issus de la comptabilité de gestion, (Christopher, 1998), figure 61) ; l'efficacité sera également mesurée par le biais de ratios qui rapportent un output (une quantité produite) à des ressources disponibles (Bouquin, 2004).

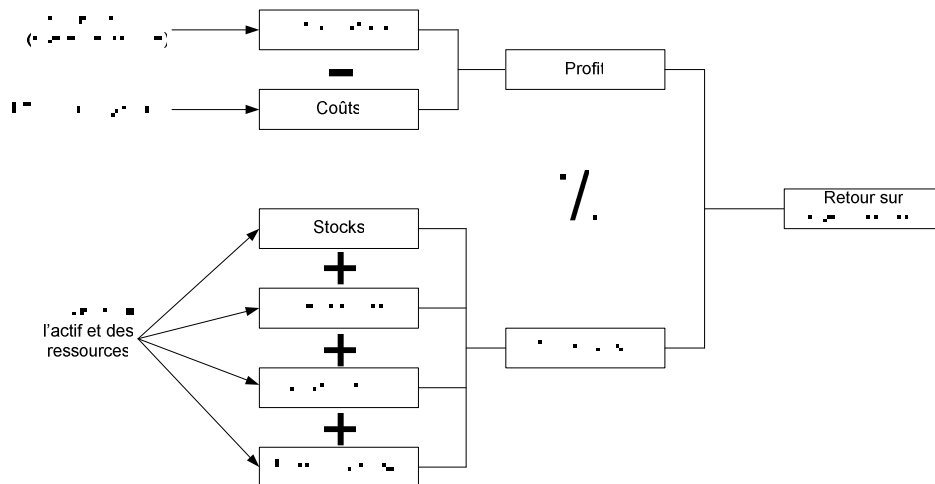


Figure 61. Liens entre indicateurs financiers et indicateurs logistiques : l'exemple du retour sur investissement.

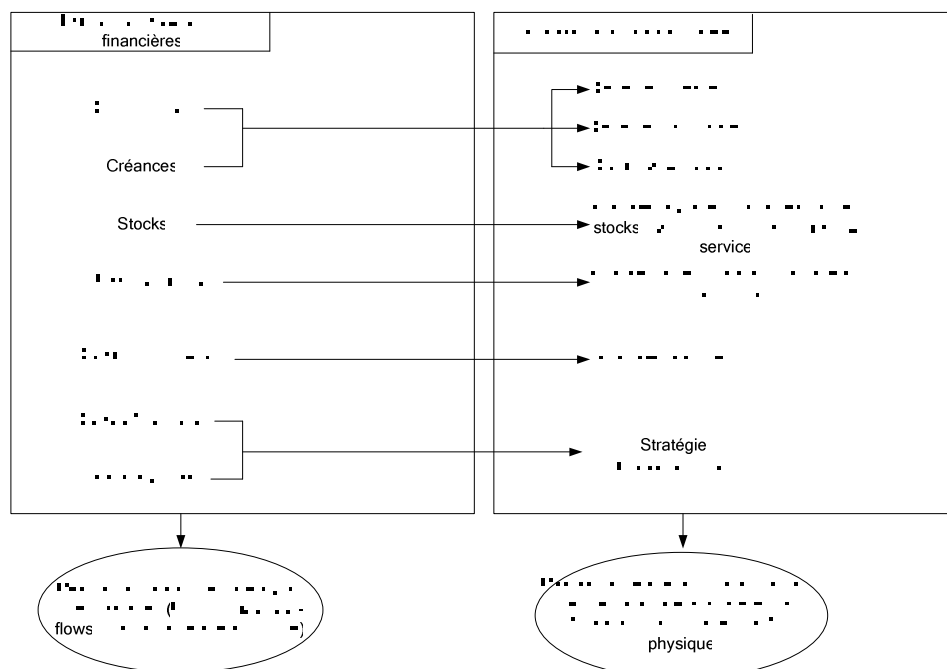


Figure 62. Liens entre les variables financières classiques du bilan comptable et les variables logistiques associées.

(Inderfurth et Schefer, 1996 ; Hofmann, 2000 ; Girlich, 2003 ; Salameh, 2003 ; Brown et Haegler, 2004 ; Zhelev, 2005) montrent l'intérêt, notamment au travers de la relation principal/agent, d'une évaluation de la performance logistique par rapport au niveau des cash-flow. Leurs cas d'études, comme leurs apports théoriques, montrent l'impact

que peut avoir la réduction des stocks sur le niveau de cash flow : une des conclusions de ces recherches concerne l'intérêt de la réduction des stocks qui permettrait d'augmenter les niveaux de cash-flow. Cette vision est partielle et théorique : sans prendre en compte (par exemple) la demande perdue (dont la prise en compte est génératrice de recettes, et donc de cash flow), sans prendre en compte les niveaux d'efficacité logistique (coûts) ou la satisfaction client, il nous paraît difficile de conclure sur l'intérêt d'agir sur un seul levier d'action sans tenir compte des autres liens de causalité. La complexité de l'aide à la décision logistique réside dans ces différents leviers d'action. Le risque d'une décision sur un ou deux leviers logistiques est de détériorer la situation du flux financier pour une entité (ou l'ensemble de la Supply Chain). Dès lors, la prise de décision nécessite une vue plus globale qui doit porter sur l'analyse de plusieurs indicateurs de performance regroupés dans un tableau de bord, ou dans un système d'indicateurs de performance, tout en ayant identifié les liens causaux à l'aide d'une démarche de BPM entre les différents processus évalués.

3.2.2. Les caractéristiques d'un système d'indicateurs de performance pour la Supply Chain

Selon les auteurs du Supply Chain Costing (Lalonde et Pohlen, 1996), le tableau de bord est considéré comme le moyen de structurer l'évaluation de la performance réalisée pour le SCM. Selon (Bouquin, 2004) le tableau de bord *se définit comme un instrument d'action où un ensemble d'indicateurs peu nombreux (5 à 10)... permet aux gestionnaires de prendre connaissance de l'état et de l'évolution des systèmes qu'ils pilotent et d'identifier les tendances qui les influenceront*. Un système d'indicateurs de performance doit permettre d'assurer la liaison entre les différents niveaux de décision et les différents horizons de gestion. Il est une traduction chiffrée des objectifs du système étudié et montre si les facteurs clés de succès (Porter, 1986) sont atteints. Il doit permettre de créer une dynamique de progrès (Gallois, 1996) pour permettre au système étudié de perdurer. Il est un des éléments essentiels de la traduction et du suivi de la stratégie dans l'organisation. Le système d'évaluation de la performance se définit par rapport aux buts et objectifs recherchés par l'organisation. Selon (Heerarum, 2003), le système d'évaluation des performances de la Supply Chain calque la chaîne de valeur modélisée et suit plus particulièrement les activités créatrices de valeur.

Selon (Morana, 2002), *seules deux représentations actuelles de tableaux de bords... sont en réelle adéquation et pertinence avec le SCM : le tableau de bord prospectif (TBP) de Kaplan et Norton et le navigateur de Skandia* (Edvinsson et Malone, 1997). Le cadre conceptuel proposé par ces deux outils permet d'appréhender globalement plusieurs domaines d'évaluation : un domaine financier, un domaine clients, un domaine processus, un domaine apprentissage organisationnel et innovation. De plus, ces outils cherchent à équilibrer la mesure de performance entre court terme et long terme, critères financiers et non financiers, et sont orientés en partie "Satisfaction client", ce qui correspond à la philosophie générale du SCM.

Le processus de construction des systèmes d'indicateurs de performance (Kaplan et Norton, 1992) devrait suivre une trame constituée de 4 étapes :

- (i) Définition des objectifs et de la stratégie du système évalué ;
- (ii) Recherche des facteurs clés de succès sur les processus et des activités dont on doit améliorer la performance dans le cadre des objectifs fixés ;
- (iii) Recensement des facteurs qui influent sur la performance de l'activité et définition d'un plan d'action et de moyens d'action ;
- (iv) Définition des indicateurs et structuration sous la forme de tableaux de bord.

De nombreux auteurs ont proposé de concevoir un tableau de bord SCM à partir de l'approche de Kaplan et Norton. En effet, cette approche de conception d'un système de performance est devenue le standard : tous les systèmes conçus depuis 1992 se positionnent par rapport à l'approche de Kaplan, (Edvinsson et Malone, 1997 ; Epstein et Manzoni, 1998). Le tableau 13 propose une analyse des axes de performance dans les tableaux de bord pour le SCM. Notons que nous avons restreint notre champ d'analyse aux approches s'inscrivant dans le contexte du SCM. Tous les systèmes d'analyse de la performance présentés, à part celui de (Ploos et D'hert, 1996) sont construits en référence à l'approche de Kaplan et Norton. (Brewer et Speh, 2000) sont les premiers à proposer une approche de mesure de la performance pour la Supply Chain à l'aide de tableaux de bord prospectifs. Les approches de (Brewer et Speh, 2000 ; Morana, 2002 et Lohman *et al.*, 2004) sont particulièrement intéressantes en contexte logistique car elles proposent l'intégration d'un axe fournisseur.

Auteur	Axe de performance					Détail de l'analyse de l'axe financier		Domaine	
	Financier	Client	Apprentissage	Processus interne	Autre	Flux financier	Efficience	Type de Supply Chain	Secteur
Ploos van Amstel et D'hert, 1996	X	X		X			Coûts	Externe	Distributeur / industriels
Brewer et Speh, 2000	X	X	X	X	X (fournisseurs)	X (ratios)	Coûts	Externe/ Interne	
Scor version 3.0, 2000	X	X		X		X (ratios)	Coûts	Externe Interne	Tout domaine
Zimmermann, 2001	X	X	X	X		X (ratios)	Coûts ABC	Externe	Automobile
Mehafdi, 2002	X	X	X	X		X (ratios)	X (Prix de cession)	Interne	Conceptuel
Zimmermann, 2002	X	X	X	X		X (ratios)	Coûts ABC	Externe	Industrie chimique
Morana, 2002	X	X	X	X	X (fournisseurs)	X (ratios)	-	Interne Externe	Electronique
Lohman <i>et al.</i> , 2004	X	X	X	X	X GRH, (fournisseurs)	X (ratios)	-	Interne Externe	textile et loisirs
Wagner et Kaufmann, 2004	X	X	X	X	X (barrières à lever)			Interne Externe	Analyse de plusieurs domaines
Ravia <i>et al.</i> , 2005	X	X	X	X		X (ratios)	Coûts	Interne Externe	Reverse Logistique
Bititci <i>et al.</i> , 2005	X	X	X	X		X (ratios)		Interne Externe	Distributeur/ industriels 1er et 2er rang

Tableau 13. Les axes de mesure de la performance dans les instances de tableaux de bord prospectifs pour la Supply Chain.

Au vue de ces différentes études qui s'inscrivent de manière implicite ou délibérée dans le cadre du Supply Chain Costing, et compte tenu de notre problématique de conception d'applications logicielles décisionnelles, la structuration de l'information décisionnelle sous la forme d'un tableau de bord prospectif nous paraît décisive.

Si la définition du type d'indicateurs nécessaires pour l'axe efficacité du flux financier en contexte SCM est relativement claire dans la littérature (Christopher, 1992 ; Hofmann, 1995 ; Lambert et Burduglu, 2000 ; Girlich, 2003 ; Salameh, 2003 ; Brown et Haegler, 2004 ; Zhelev, 2005 ; Gunasekaran *et al.*, 2005...) et peut se matérialiser à partir de ratios portant sur les niveaux de cash flow générés (voire sur les unités de flux de manière relative ou absolue), il convient de s'attarder un peu plus sur l'axe d'efficacité du flux financier, avec notamment la problématique de formation des coûts dans le contexte du Supply Chain Costing. Nous détaillerons ce dernier point dans la section suivante.

3.3. L'intégration des modèles de type ABC pour l'évaluation de l'efficacité du flux financier dans le Supply Chain Costing

Dans leur article de 1996 sur le Supply Chain Costing, (La Londe et Pohlen, 1996) présentent un ensemble de techniques de mesures orientées processus. Leur proposition de généralisation de la technique ABC (Activity Based Costing) pour évaluer les processus et le flux financier a depuis été reprise par de nombreux auteurs dans le contexte du Supply Chain Management (Boons, 1998 ; Gunasekaran et Sarhadi, 1998 ; Senechal et Tahon, 1998 ; La Londe et Ginter, 1999 ; Briers et Chua, 2001 ; Kulmala *et al.*, 2002 ; Seuring, 2002 ; Gupta et Galloway, 2004). La revue de la littérature, réalisée dans le cadre de recherches doctorales sur l'évaluation des processus de la Supply Chain (Tham, 1999 ; Moranna, 2002) ou dans le cadre d'états de l'art pour l'évaluation de la Supply Chain (Gunasekaran *et al.*, 2005...) montre la pertinence de la méthode ABC par rapport aux autres méthodes de valorisation dans le contexte logistique. Nous présentons succinctement le principe de fonctionnement de la méthode et montrons l'intérêt de son utilisation dans le contexte du Supply Chain Costing avant de présenter son intégration avec d'autres méthodes de management.

3.3.1. Principe de fonctionnement de la méthode ABC

En 1986, le projet CAM-I (Computer Aided Manufacturing International Inc), programme gouvernemental financé par le ministère américain de la défense s'est transformé en Consortium for Advanced Manufacturing International dont l'objectif principal, à cette époque, était de *définir le rôle du contrôle de gestion dans les technologies du Génie Industriel au travers d'un forum permanent où les experts en gestion et les experts industriels peuvent partager idées, expertises, expériences pour consolider leur connaissances et proposer des technologies et des concepts innovants pour l'entreprise intégrée* (Berliner et Brimson, 1988). Les membres du projet CAM-I ont ainsi rédigé un cahier des charges pour définir un système de contrôle de gestion (Cost Management System, ou CMS). Selon (Berliner et Brimson, 1988), un CMS est un outil de planification dont un des objectifs est d'identifier et de valoriser en unités monétaires les ressources utilisées dans les activités majeures de l'entreprise en incorporant un système de type *Activity Based Accounting* (comptabilité à base d'activité), *qui doit s'affranchir des principes traditionnels de répartition des coûts indirects* qui sont sources d'erreurs dans la prise de décision. Au même moment, (Johnson, 1988) formalise le principe des coûts à base d'activités, et répond en quelque sorte au défi posé par le CAM-I. La logique de valorisation des activités du modèle ABC ne correspond pas à la logique répartition des coûts sur le découpage hiérarchique de la firme que l'on retrouve encore aujourd'hui dans les systèmes de comptabilité analytique des firmes continentales (allemandes, françaises...). Le concept ABC, qui constitue une évolution majeure dans les techniques de Costing (ou techniques de valorisation), devient progressivement un standard pour l'évaluation des processus d'entreprises dans les pays anglo-saxons, et un standard de l'enseignement dans les disciplines de gestion comptable dans les autres pays occidentaux.

La valorisation des processus par ABC répond au défi de la justification de la prise en compte d'éléments indirects en identifiant un lien causal entre l'item (le produit, la prestation de service fournie par un processus) et la ressource consommée par le processus ou l'activité d'entreprise. ABC est une "*démarche d'analyse du fonctionnement de l'entreprise aboutissant à une nouvelle architecture des coûts à base d'activités ; il faut alors tracer les relations entre ressources, activités et produits*" (Piget, 1998). Seule la modélisation des processus dans le cadre du BPM est susceptible de produire cette cartographie des processus, qui permettra de mettre ensuite en place un système ABC.

Le principe de fonctionnement de la méthode est donné sur la figure 63 qui est adaptée de diverses présentations de la méthode ABC dans la littérature (Mevellec, 1990 ; Cooper et Kaplan, 1991 ; Lebas, 1991 ; Lorino, 1997 ; Evraert, 1997 ; Bouquin, 2001...).

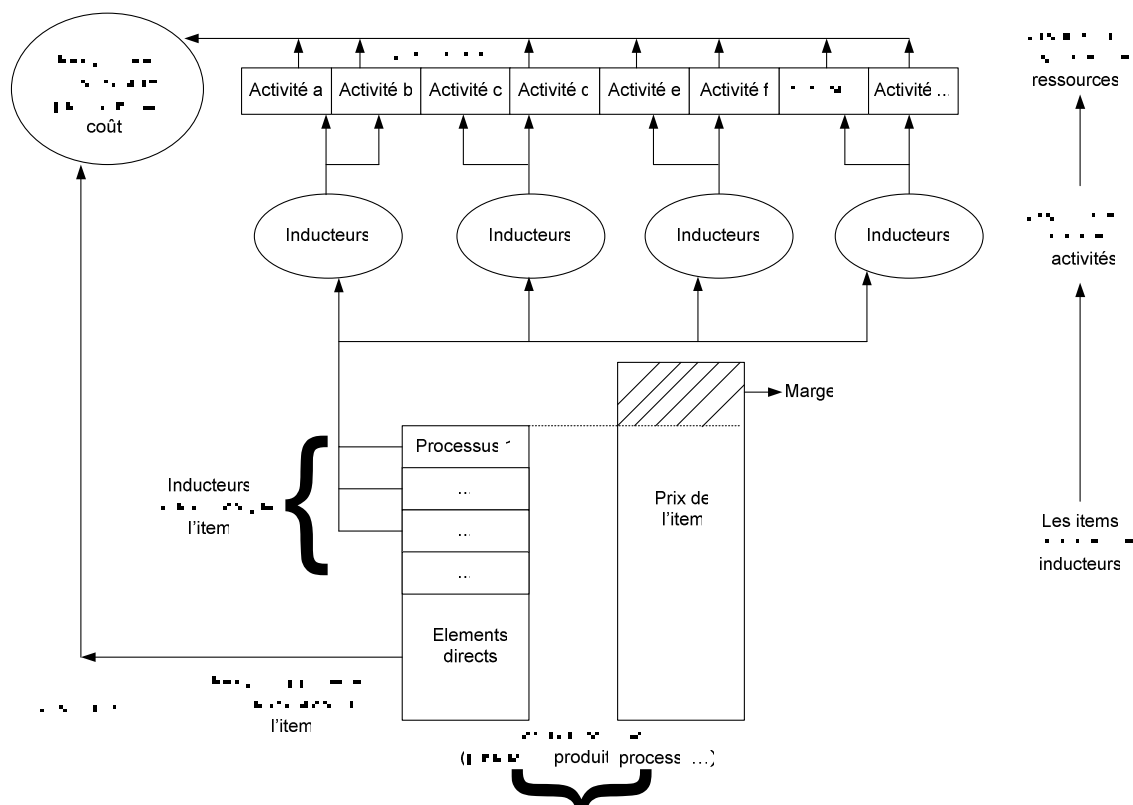


Figure 63. Le principe de fonctionnement de la méthode ABC, synthèse des approches de la littérature.

La grande force du modèle ABC réside dans la modélisation des processus réalisée pour mettre en place le système de valorisation. En effet, pour chaque processus, un ou plusieurs inducteurs de coûts (cost driver) sont identifiés et constituent l'unité de mesure de l'activité. Plus l'item évalué (une prestation, un produit, un process...) consomme un grand volume d'inducteurs, plus ce dernier consomme des activités et donc des ressources indirectes à l'item. En

identifiant les inducteurs par la modélisation des processus, puis en évaluant le fonctionnement de l'entité, le système ABC explique la formation des coûts de revient pour un item quelconque et donne plus de leviers d'action pour baisser les consommations de ressources indirectes que les autres systèmes de costing. (Cauvin, 1994) fait reposer cette architecture des coûts sur le concept de chaîne de valeur.

De nombreux auteurs opposent les différentes méthodes de comptabilité de gestion. Les apports de (Tham, 1999), notamment par la définition d'une ontologie des méthodes de valorisation montrent que cette opposition, pour la constitution du système d'information de gestion, n'est que de façade. En effet, les différentes méthodes s'imbriquent les unes aux autres comme des poupées russes, la méthode ABC étant la plus grande (celle qui constitue le cadre conceptuel le plus large) et la méthode des coûts marginaux l'instance la plus particulière. L'implantation dans un logiciel du modèle ABC permet d'instancier ensuite n'importe quelle méthode de valorisation sur n'importe quel système en déclinant les différents paramètres du modèle de valorisation désiré. Les modules de contrôle de gestion des ERP (Module CO du progiciel R3, comme ceux de ses principaux concurrents - cf. *Chapitre 1, section 5*) contiennent une vue ABC et permettent de paramétrer ensuite n'importe quel système de valorisation. Par exemple, le système Coût complet est :

- une instance d'un système ABC pour lequel le sens causal de la modélisation n'est pas activé ;
- une instance dans laquelle inducteurs et unités d'œuvre sont confondus ;
- une instance pour laquelle les activités correspondent aux centres de responsabilité de l'organisation.

La figure 64, conçue à partir du cadre conceptuel de (Tham, 1999) sur les méthodes de valorisation (dont les travaux portent sur une ontologie des systèmes de valorisation particulièrement intéressante) et des paramètres de conception d'un système de coût proposés par (Gosselin et Mevellec, 2003 ; Mevellec, 2003) montre le caractère générique d'une approche de type ABC par rapport aux autres méthodes.

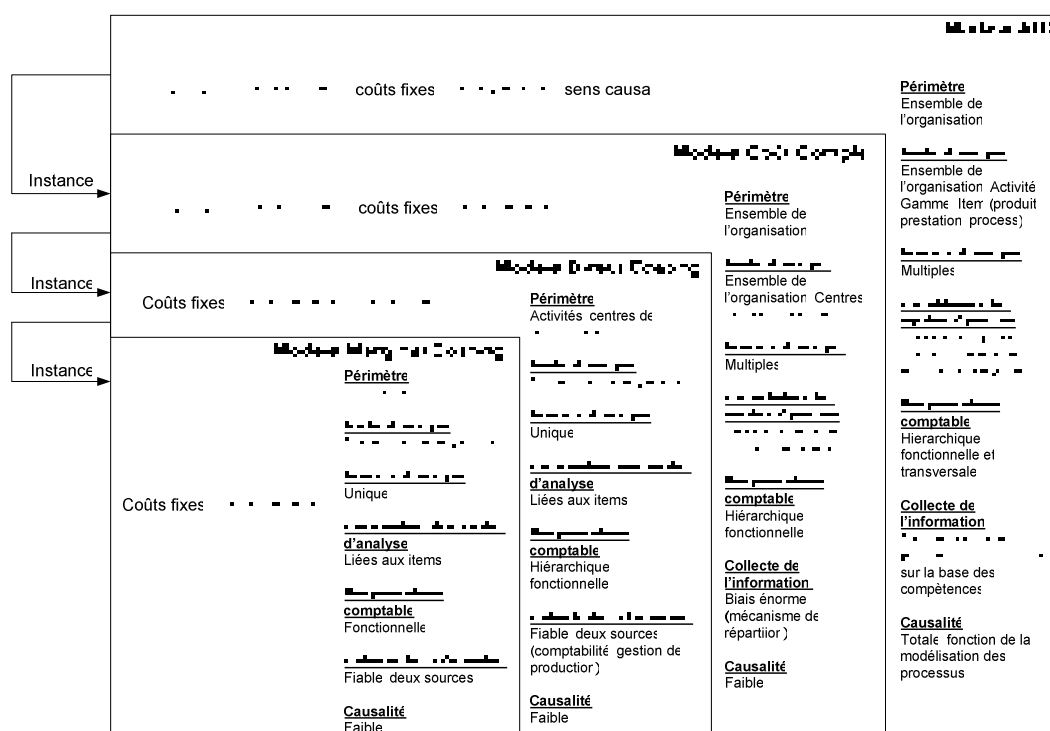


Figure 64. Paramètres de conception et imbrication des systèmes de valorisation
(Synthèse des approches de (Tham, 1999) , de (Mévellec, 2003), et de l'analyse du contenu des modules de contrôle de gestion des principaux ERP du marché).

D'autres méthodes de comptabilité de gestion (UVA, Buffet *et al.*, 2005), qui constituent une adaptation de la méthode TA (Throughput Accounting, (Goldratt et Cox, 1984)) sont également des instances particulières de ABC. L'approche de (Tham, 1999) montre que la méthode TA est difficilement utilisable pour le Supply Chain Management en raison de son caractère particulier.

(Nanni *et al.*, 92) présentent la méthode ABC comme une technique comptable et la considèrent comme un outil de gestion. C'est dans cet esprit que la méthode ABC a été déclinée sous le terme ABM (Activity Based Management, (Johnson, 1992 ; Lebas, 1994)), ABB (Activity Based Budgeting, (Brimson et Antos, 1999)) ou ABVM (Activity Based Value Management, (Thomas, 1996)) ; ces différentes approches expliquent comment utiliser la force d'un système de mesure orienté processus à partir d'ABC pour manager une organisation au niveau stratégique comme opérationnel.

3.3.2. Intérêt de l'approche ABC pour l'évaluation monétaire des activités de la Supply Chain.

L'intérêt de l'approche ABC dans le cadre de la conception d'une application décisionnelle intégrant une valorisation monétaire des processus de la Supply Chain se situe à quatre niveaux :

- ◆ le modèle ABC est suffisamment générique pour pouvoir expliquer la formation des coûts dans n'importe quel système organisationnel humain (Tham, 1999), donc par extension expliquer la formation des coûts dans une Supply Chain ;
- ◆ les autres techniques de comptabilité de gestion constituent une instance (Tham, 1999) de la méthode ABC : implanter conceptuellement ABC d'un point de vue logiciel permettra ensuite de paramétrer les autres méthodes de comptabilité de gestion si l'utilisateur le désire ;
- ◆ l'approche par processus contenue dans ABC a permis de proposer des modèles permettant d'expliquer la formation des coûts dans différents contextes logistiques : (i) coûts de transports (Pirttilä et Hautoniemi, 1995), (ii) externalisation des opérations logistiques, transformation de magasin en site de production (Van Damme et Van der Zon, 1999) ; (iii) conception du réseau de recyclage de biens (Goldsby et Closs, 2000) ; (iv) tests de règles de gestion de systèmes flexibles de production (Ozbayrak *et al.*, 2004) ; (v) formation des coûts suivant un fonctionnement différent de la Supply Chain (Chan et Spedding, 2003)... ;
- ◆ selon (Morana, 2002), le couplage de la méthode ABC *par la consolidation avec d'autres techniques processuelles telles que l'ECR* (Efficient Consumer Response, Des Garets, 1992) permet d'envisager des outils d'information et de diagnostic en temps réel (Seal *et al.*, 1999 ; La Londe et Ginter, 2000).

Tout en supposant que le Supply Chain Costing dépasse les frontières de l'organisation, Seuring identifie trois niveaux de coûts qui doivent être identifiés par le système de coût de la Supply Chain :

- ◆ le premier niveau est le niveau des coûts spécifiques/directs causés par le fonctionnement de chaque entité d'une firme ;
- ◆ le deuxième niveau est le niveau des coûts indirects internes à la compagnie dont l'évaluation ABC permet de révéler la formation ;
- ◆ le troisième niveau est le niveau des coûts de transactions (Williamson, 1998) qui sont évalués par les différents systèmes des firmes et concernent les coûts liés au fonctionnement inter-organisations de la Supply Chain. Ces coûts sont obtenus par la consolidation d'informations provenant des différents systèmes ABC des compagnies.

La figure 65, issue des travaux de (Goldbach, 2002) et de (Seuring, 1999) présente les trois niveaux de coûts que doit révéler un système de comptabilité de gestion mis en place sur la Supply Chain, ainsi que le niveau conventionnel du contrôle de gestion dans l'organisation.

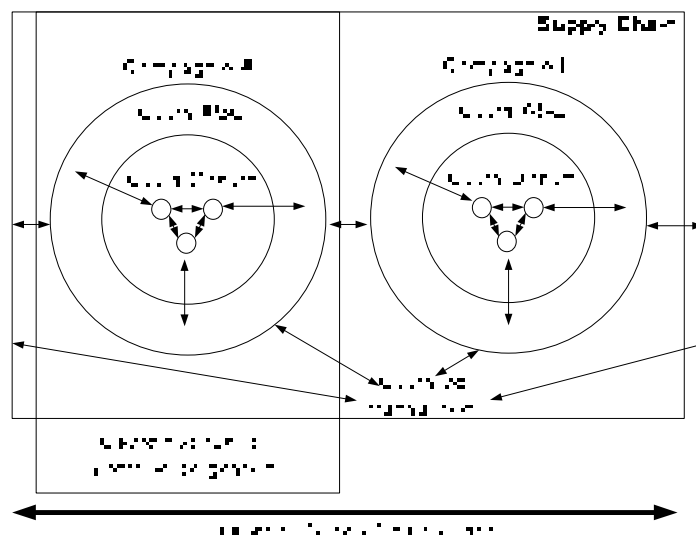


Figure 65. Objet habituel du contrôle de gestion, et niveaux de coûts pour le Supply Chain Costing.

Pour (Seuring, 2002) les trois niveaux de coûts doivent pouvoir être obtenus suivant les besoins des acteurs de la Supply Chain suivant une image hypercube (figure 66). Le premier axe concerne la dimension produit, le deuxième axe concerne la dimension décisionnelle (Seuring reprend à cet effet l'approche Opérationnelle versus Stratégique proposée par (Cooper et Slagmulder, 1999) pour le Supply Chain Costing), et le troisième axe reprend les trois niveaux de coûts identifiés préalablement. Les requêtes réalisées par les acteurs de la Supply Chain doivent leur permettre d'obtenir ainsi

l'information nécessaire pour l'évaluation de leur performance. La figure 67 présente le recours à tel ou tel modèle de comptabilité de gestion du Supply Chain Costing suivant le type de problème de Supply Chain Management.

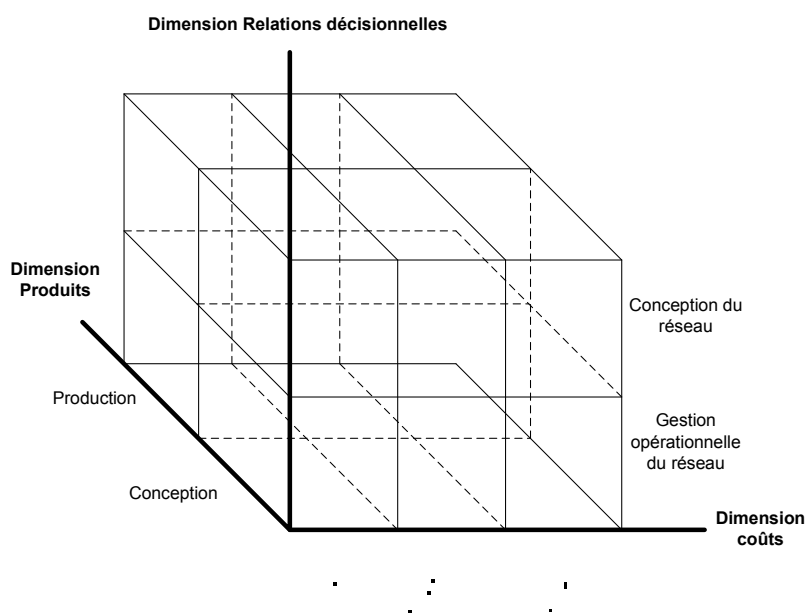


Figure 66. Une image hypercube pour les états de résultats pour le Supply Chain Costing.

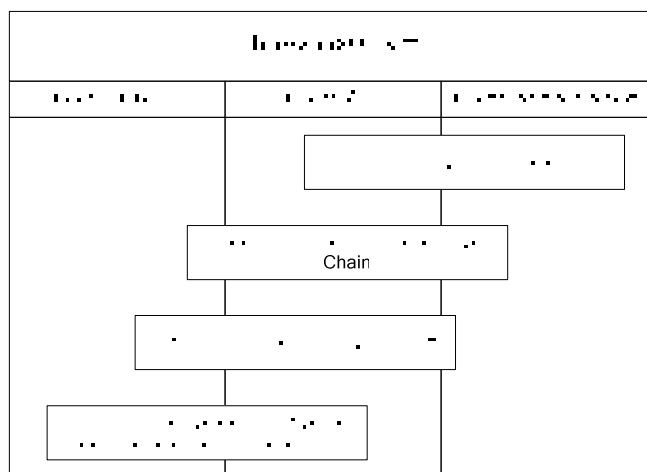


Figure 67. Niveau de coûts et type de problème de Supply Chain Management.

L'approche de (Seuring, 2002) de la figure 67 montre que quel que soit le type de décision (conception stratégique du réseau / gestion opérationnelle), le recours à un système ABC permet de fournir l'information nécessaire sur les coûts de la Supply Chain. L'élément essentiel pour qu'un système ABC fonctionne correctement ne se situe pas au niveau de la technique comptable (dans le fond assez simple) mais beaucoup plus au niveau de l'identification et de la formalisation des processus : une formalisation correcte (juste) des processus permettra de produire un système ABC correct, tandis qu'une formalisation erronée produira forcément un modèle non pertinent.

3.3.3. Exemple de couplage de modèle ABC avec le Target Costing pour une aide à la décision basée sur l'expertise humaine pour le SCM

(Goldbach, 2002) propose d'appliquer conjointement un modèle ABC avec une approche de Target Costing pour organiser le fonctionnement d'une Supply Chain. La préconisation de l'utilisation de la technique des coûts cibles ou Target Costing dans le cadre des outils du Supply Chain Management se retrouve chez de nombreux auteurs (Cooper et Slagmulder, 1999 ; Ellram, 2000 ; Lockamy et Smith, 2000 ; Seuring, 2001 ;...). La figure 68 présente ainsi l'approche de couplage de Goldbach que doit permettre le Supply Chain costing en intégrant ABC et une technique de management de la valeur telle que le Target Costing (Meyssonier, 2001).

La constitution d'équipes mixtes des différentes compagnies (experts en marketing, en recherche et développement, logisticiens, contrôleurs de gestion...) doit permettre de proposer des solutions permettant de rapprocher les coûts

prévisionnels des composants, des process, des produits, des objectifs de coûts ou coûts cibles définis par les financiers. Les différentes équipes de target costing proposent différents scénarii de conception du produit qui se traduisent sous la forme de quantité, de qualité, de prix concernant les composants, de prestations et de produits dans la Supply Chain. Les différents attributs produits traduits de manière quantitative sont ensuite testés et permettent d'estimer la valeur financière produite par la solution formulée par les experts des différentes compagnies.

La démarche combinée de Target Costing, (figure 68) dans laquelle les experts des différentes entreprises envisagent divers scénarii organisationnels et donnent une estimation du flux physique de leur Supply Chain sous la contrainte financière de coûts cibles (et proposent en fait une "simulation" de leur organisation), montre bien comment impliquer deux méthodes pour améliorer le fonctionnement de la Supply Chain. Il suffit de remplacer les estimations quantitatives des experts par des estimations fournies par des modèles informatiques et de les évaluer par des modèles ABC pour obtenir une approche d'aide à la décision intégrée permettant une estimation monétaire (simple) des coûts liés à l'activité du flux physique.

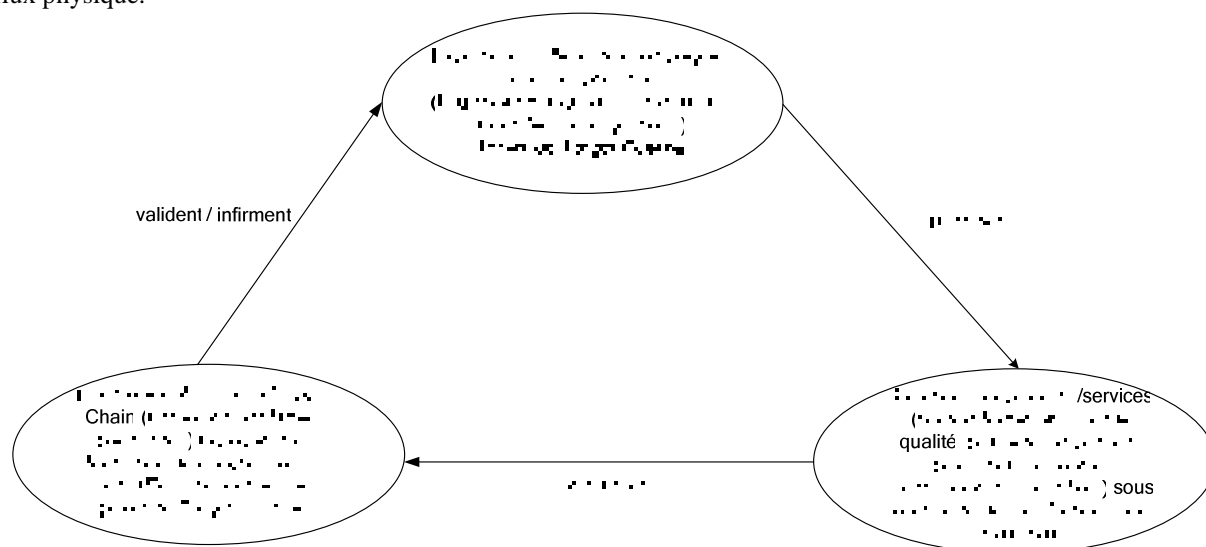


Figure 68. Combinaison de modèles ABC pour la Supply Chain avec une démarche Target Costing pour la Supply Chain (Adapté de Goldbach, 2002).

3.4. Limites et Synthèse des prescriptions du Supply Chain Costing

La synthèse des approches s'intégrant dans le Supply Chain Costing montre :

- ◆ la nécessité de structurer l'information décisionnelle sous la forme de tableaux de bord suivant des axes de performance intégrant efficacité et efficience pour les flux physique et financier ;
- ◆ si l'on se situe comme observateur extérieur au système modélisé, la performance d'un système de type Supply Chain vise à satisfaire ses clients et les actionnaires des entités qui composent la Supply Chain (Shapiro, 2001). Dès lors, l'analyse de la performance financière relativement à l'efficacité du flux financier porte sur les évaluations des niveaux de cash flow (au travers de ratios et d'indicateurs permettant d'analyser l'impact des décisions sur son niveau), tandis que l'efficience du flux financier nécessite la mise en place de modèles de comptabilité de gestion issus des méthodes ABC ;
- ◆ le couplage de méthodes de type Target Costing avec ABC montre l'intérêt d'évaluer financièrement des scénarii de Supply Chain Management. La recherche opérationnelle développe un certain nombre de modèles informatiques pour l'aide à la décision qui permettent de proposer des solutions faisables (simulation) ou optimales (approches exactes) pour le flux physique de la Supply Chain.

Plusieurs limites apparaissent dans l'évaluation des processus proposée par les auteurs du Supply Chain Costing :

- ◆ un modèle ABC de la Supply Chain dans son ensemble permet d'évaluer les coûts et la valeur créée (en supposant, hypothèse très simplificatrice, que la valeur créée pour une entité ou pour un item donné, est la différence entre son prix et son coût ABC) entre les compagnies composant la Supply Chain, mais pas à l'intérieur d'une firme. De même, si la Supply Chain est une Supply Chain interne, le modèle de Seuring est partiellement inopérant. (Mehafdi, 2002) propose de solutionner ce problème en recourant classiquement à la modélisation de la Supply Chain interne sous la forme d'une succession de Business Unit et en valorisant les unités de flux physiques entre les entités de la Supply Chain à l'aide de la mécanique des prix de cession.

- ♦ l'évaluation proposée par la méthode ABC, même si elle est causale, ne constitue absolument pas une évaluation des unités du flux financier. En effet, les indicateurs ABC, même s'ils sont libellés en unités monétaires ne constituent pas la position financière de la firme sur la période et ne traduisent pas l'impact de l'activité du flux physique en unité du flux financier. Ce phénomène a trois origines : (i) un certain nombre de coûts sont des coûts calculés qui ne seront jamais décaissés (amortissement de matériels ...) ; (ii) le coût d'un item à une date donnée est constitué par l'agrégation d'éléments unitaires qui seront payés chacun à une date différente ; (iii) inversement, plusieurs client achetant un même type d'item à une date donnée risquent de payer à des dates différentes. Ainsi une évaluation par un modèle ABC de l'activité du flux physique donne une évaluation des coûts engendrés par ce dernier, mais absolument pas le niveau de cash flow qu'il a induit. Un modèle ABC du processus logistique apporte une information pour la prise de décision pour le flux physique, donne des indices sur les niveaux de profits attendus, mais ne constitue absolument pas une évaluation des niveaux de cash flows générés par le flux physique.

La section suivante analyse si les modèles informatiques d'aide à la décision pour le SCM implantent les modèles prescrits par le Supply Chain Costing et si les approches existantes sont dédiées ou généralisables.

4. Simulation et optimisation des processus en contexte SCM

Pour (Fox, 1993), le but du Supply Chain Management est de permettre l'amélioration du fonctionnement de la Supply Chain grâce à une quadruple action qui constitue un programme de recherche :

- ♦ la décomposition de la Supply Chain en différentes activités permettant sa modélisation ;
- ♦ le développement de protocoles de communication permettant la coordination des décisions ;
- ♦ le recueil de l'ensemble des méthodes quantitatives permettant l'optimisation d'un Système de production et l'extension de ces méthodes à la Supply Chain,
- ♦ l'intégration des trois points précédents dans une base commune devant permettre d'améliorer le fonctionnement de la Supply Chain.

Selon (Dietrich 1991), deux types de modèles, développés en Recherche Opérationnelle ont eu largement des applications en gestion de production, et peuvent être étendus à la Supply Chain : il s'agit des modèles descriptifs et des modèles prescriptifs. Les modèles prescriptifs sont utilisés pour la prise de décision tandis que les modèles descriptifs sont utilisés pour l'évaluation des performances d'un système complètement spécifié. On peut classer chaque famille de modèles suivant ses objectifs, ses cas d'utilisation et les types de modèles utilisés. La figure 69 confronte les deux familles de modèles, tout en montrant l'intérêt du couplage des deux types d'approches.

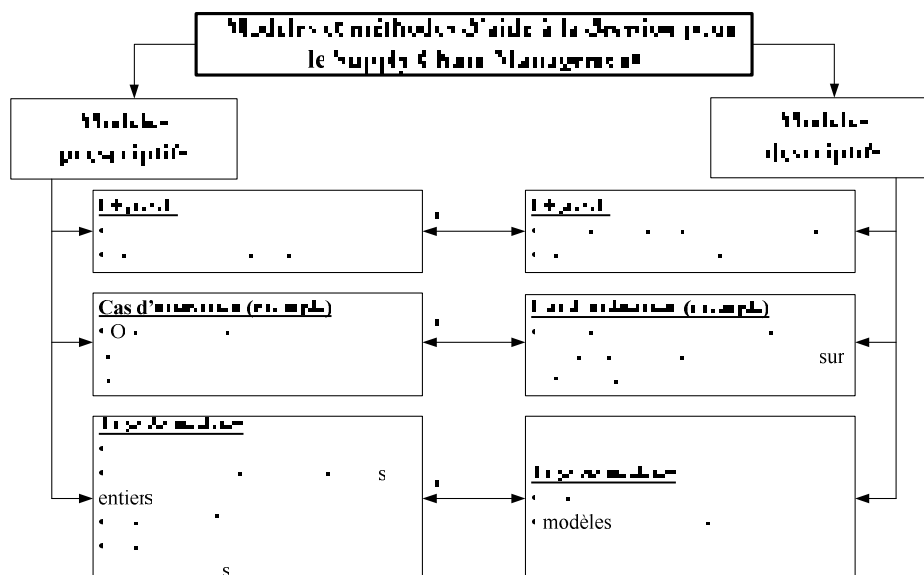


Figure 69. Modèles et méthodes pour l'aide à la décision dans le Supply Chain Management.

Dans un premier temps, nous proposons une grille de lecture pour analyser les modèles d'aide à la décision relativement à notre problématique de conception d'un APS intégrant les flux financiers ; cette grille doit nous permettre de tester si les préconisations du Supply Chain Costing sont intégrées dans les modèles d'aide à la décision et quel est le niveau de réutilisation des modèles proposés. Nous appliquons ensuite notre grille de lecture sur des modèles

prescriptifs puis descriptifs se réclamant du Supply Chain Management, et évaluons également les approches dédiées à la Supply Chain Hospitalière avant de présenter une synthèse des approches existantes.

4.1. Une grille de lecture pour les problèmes d'aide à la décision

Les problèmes d'aide à la décision des Supply Chains interviennent lors de l'implantation d'un nouveau système (conception a priori), ainsi que lors de la réorganisation d'un système existant (conception a posteriori). Comme nous l'avons montré dans le chapitre 1, le manager de la Supply Chain doit ainsi posséder un ensemble d'outils et de méthodes capable de l'aider dans les problèmes de conception comme dans les problèmes de pilotage. De manière générale, quelle que soit la Supply Chain étudiée, ces problèmes sont classifiés selon trois niveaux temporels (Ballou, 1997) :

- (i) le niveau stratégique, qui correspond aux problèmes de conception et de construction du réseau de la Supply Chain ;
- (ii) le niveau tactique qui correspond à l'utilisation du réseau, et à l'adéquation ressources/besoins ;
- (iii) le niveau opérationnel qui concerne le pilotage de la Supply Chain à court terme.

Ces différents horizons demandent des niveaux de granularité différents pour toute étude de modélisation réalisée pour apporter des outils d'aide à la décision. Nous proposons de coupler la vue temporelle avec les différents types de niveaux de granularité envisageables sur les Supply Chains. Pour ce faire, nous reprenons les approches dégagées par (Chabrol et al., 2006). Ainsi, trois approches permettent de caractériser, dans le cadre d'une approche de modélisation par les flux, les types de modélisation :

- (i) l'approche macroscopique qui considère les flux dans un système complexe comme un phénomène agrégé ;
- (ii) l'approche mesoscopique, qui propose une agrégation des entités sous forme de paquets et constitue un niveau intermédiaire entre le macroscopique et le microscopique ;
- (iii) l'approche microscopique qui considère les interactions individuelles et considère l'unité de flux. Le tableau 14 montre que l'on peut coupler ces trois approches avec les différents horizons temporels.

	Macroscopique	Mesoscopique	Microscopique
Stratégique	Conception globale	Conception partielle	Conception d'activité
Tactique	Utilisation globale	Utilisation partielle	Configuration précise
Opérationnel	Contrôle global	Contrôle partiel	Contrôle précis

Tableau 14. Le couplage des horizons décisionnels et des approches de modélisation pour déterminer la nature du problème d'aide à la décision.

Ainsi, la conception d'un environnement de modélisation pour l'évaluation des processus logistiques intégrant les flux financiers suppose de positionner les modèles existants dans la littérature par rapport à cette grille. Cependant, les positionner uniquement relativement au type de problème solutionné par le modèle n'est pas suffisant relativement à notre problématique d'aide à la décision intégrant les flux financiers. Aussi, nous proposons d'analyser les modèles de la littérature suivant les axes suivants :

- ♦ Mesure de la performance du flux physique. Il va s'agir de déterminer quels sont les indicateurs et facteurs clefs de succès mesurés en terme d'efficacité et d'efficacités du flux physique ;
- ♦ Mesure de la performance du flux financier. Il va s'agir de déterminer quels sont les indicateurs et facteurs clefs de succès mesurés en terme d'efficacité (quel type de modèle de coûts) et d'efficacités (quels ratios, indicateurs...) du flux financier ;
- ♦ Méthodes de résolution utilisées. Il va s'agir ici de déterminer le type de méthode utilisée, de caractériser la complexité du problème traité ;
- ♦ Domaine d'application. Ce point cherche à déterminer si les modèles proposés ont été appliqués sur la Supply Chain, ou s'il s'agit de propositions de recherche ;
- ♦ Commentaires sur l'approche. La dernière ligne de la grille nous permet de donner une évaluation qualitative de l'approche proposée relativement à notre problématique décisionnelle.

Le tableau 15 présente la grille de lecture que nous proposons d'appliquer pour déterminer la nature du flux financier existant dans le modèle d'aide à la décision.

Nature du problème traité		Positionner par rapport à la matrice (Horizon décisionnel / Niveau de modélisation) le problème traité par le modèle proposé.
Mesure de la performance du flux physique	Axe Efficacité	Déterminer comment la satisfaction-client est mesurée.
	Axe Efficience	Déterminer comment la satisfaction client est atteinte (Quelles sont les consommations de ressources physiques réalisées...?).
Mesure de la performance du flux financier	Axe Efficacité	Déterminer comment la satisfaction - actionnaire des entités qui la composent est mesurée (modèles évaluant les cash-flow, ou ratios d'analyse financière...).
	Axe Efficience	Déterminer comment la Supply Chain atteint la satisfaction financière des entités qui la composent (modèles de Coûts).
Méthodes de résolution utilisées	Modèle	Déterminer le type de modèle proposé, les méthodes de résolution proposées, et la complexité algorithmique des solutions traitées.
	Complexité traitée	Déterminer la complexité systémique du problème posé et des solutions proposées.
Domaine d'application	Industrielle	Déterminer si les modèles ont été appliqués sur des cas réels dans une Supply Chain industrielle.
	Services	Déterminer si les modèles ont été appliqués sur des cas réels dans une Supply Chain de services classiques ou sur une Supply Chain Hospitalière
Avis Qualitatif		Porter un avis qualitatif quant à l'intérêt du modèle et des approches proposées par rapport à notre problématique.

Tableau 15. Une grille de lecture pour l'analyse de l'évaluation du flux financier dans les modèles d'aide à la décision.

4.2. Analyse des modèles prescriptifs existants intégrant les flux financiers pour le Supply Chain Management

Le cas d'utilisation habituel des modèles prescriptifs est celui de la prise de décision : les modèles prescriptifs sont utilisés pour faire un choix sur la conception, le contrôle et le fonctionnement d'une Supply Chain (Shapiro, 2001).

Lorsqu'on utilise un modèle prescriptif en phase de conception de système, celui-ci va donner des précisions sur le nombre et le type d'usines nécessaires, les besoins en engins de transport et en personnel, la taille de la Supply Chain, la disposition du réseau, la capacité nécessaire du système logistique pour satisfaire la demande à long terme. Un modèle prescriptif est utilisé pour déterminer l'allocation des ressources dans le temps (Slats *et al.*, 1995) :

- ♦ un modèle prescriptif stratégique va pouvoir ainsi construire un plan de production détaillant l'équipement, les matières premières, les ressources humaines, les usines nécessaires pendant un certain nombre de période (Cohen and Lee, 1989), (Slats *et al.*, 1995) ;
- ♦ un modèle prescriptif tactique de la Supply Chain va pouvoir déterminer, par exemple, le nombre et le type de produits par usine, par entités composants la Supply Chain (Shapiro, 2001 ; Altiok et Rajan, 1995) ;
- ♦ un modèle prescriptif opérationnel va lui, par exemple, construire une configuration très fine du système en réalisant par exemple l'allocation des matières premières et des opérateurs (Dietrich, 1991).

(Shapiro, 2001) propose une suite cohérente, une approche "Top Down" permettant une optimisation combinée de modèles de conception, de configuration et de pilotage des flux : la demande de long terme adressée à la Supply Chain va permettre une optimisation stratégique qui sera ensuite traduite de manière tactique et enfin décomposée de manière opérationnelle. L'ensemble est réalisé à l'aide d'un enchaînement de modèles prescriptifs. C'est le principe de décomposition et de chaînage des modèles que l'on trouve théoriquement dans un APS intégrant tous les niveaux décisionnels.

Nous analysons ainsi différents modèles relativement à notre objectif d'intégration des flux financiers dans les APS. Nous avons essayé de réaliser une analyse la plus exhaustive par rapport aux préconisations du Supply Chain Costing. Ainsi, les tableaux 10 et 11 présentent les modèles qui intègrent le plus les suggestions du Supply Chain Costing, tandis que les tableaux de l'annexe 1 analysent l'intégration des flux financiers dans différents modèles prescriptifs relativement aux problèmes de conception, de configuration et de pilotage dégagés par (Ballou, 1997).

De tous les modèles analysés, trois approches nous ont paru particulièrement intéressantes :

- ♦ la première concerne la modélisation ABC proposée par (Shapiro, 1999). Réalisée de manière contextuelle pour répondre aux problèmes de conception d'activité, cette approche permet également de traiter des problèmes de niveau de granularité plus élevée. De plus, son caractère générique a permis de l'utiliser sur plusieurs cas réels, mais uniquement pour les problèmes de localisation de site, ou d'activités dans la chaîne logistique. Le modèle optimise ainsi les consommations de ressources de la Supply Chain en fonction des éléments directs (liés avec les produits), mais également les consommations de ressources liées avec les différents processus. Par contre, l'absence de détails sur les méthodes de résolution des programmes linéaires mixtes proposés, et la nécessité, selon Shapiro, de modéliser les activités et de décomposer les modèles au niveau le plus fin en ne faisant que des optimisations locales, montre l'intérêt de coupler cette approche avec des méthodes d'évaluation de type simulation, ou avec des méthodes de résolution ;
- ♦ la deuxième approche est proposée par (Schneeweiss, 1998) et montre comment concevoir des programmes linéaires au plan tactique intégrant la méthode ABC. Cette approche est suffisamment générique pour pouvoir configurer les ressources au niveau d'une entité de la Chaîne, (quelle que soit sa nature), mais son extension, compte tenu de la non prise en compte des activités inter-sites dans la modélisation, paraît difficile ;
- ♦ la troisième approche est proposée par (Badell *et al.*, 2005). Les auteurs montrent comment, à un niveau très fin de granularité, dimensionner la taille des lots et proposer un ordre de passage dans un atelier en fonction d'impératifs financiers de gestion de trésorerie. L'ordonnancement proposé permet ainsi de maximiser les cash-flows d'un atelier sur une période de court terme. Les auteurs préconisent une extension de leur approche à la fois sur le niveau tactique et sur une Supply Chain interne. Très contextuelle au domaine d'étude, l'approche montre la pertinence de réaliser une optimisation des flux physiques en fonction des flux financiers, pertinence qui avait également été montrée par (Bertel *et al.*, 2003) dans le cadre du pilotage opérationnel d'un atelier d'une usine de tôles fortes.

Les limites des approches proposées (que ce soient celles de l'annexe 1 ou celles présentées dans le tableau 16 et le tableau 17) se situent à plusieurs niveaux :

- ♦ les modèles ABC, utilisés pour optimiser l'efficacité de la Supply Chain restent contextuels aux cas d'études (sauf celui proposé par Shapiro, 1999) ou au niveau décisionnel (Boons, 1998 ; Schneeweiss, 1998) ;
- ♦ les approches de la littérature manquent de généralité. Seule celle de (Shapiro, 1999), qui apparaît comme la plus générique au niveau stratégique pour la conception du réseau, permet de prendre en compte la formation réelle des coûts attendus par la conception du réseau (elle permet de concevoir le réseau le plus économique du point de vue éléments indirects). L'approche de (Pirard, 2005), par le couplage de modèles de simulation au niveau tactique, permet pour sa part d'évaluer la fiabilité des solutions proposées ;
- ♦ aucun chaînage ou couplage de modèles multi-niveaux (Cossard, 2004...) n'intègre une modélisation ABC pour la planification ;
- ♦ assez paradoxalement, la capacité des flux financiers à générer des cash-flow est proposée au niveau stratégique par plusieurs auteurs (Cohen et Kleindorfer 1993 ; Yard, 2000...), comme au niveau opérationnel par (Badel *et al.*, 2005). Cela montre la possibilité que l'on pourrait avoir à intégrer systématiquement une optimisation des cash-flow au niveau opérationnel, tactique et stratégique dans les modèles prescriptifs.

Auteurs		Cohen et Kleindorfer 1993	Schneeweiss, 1998	Boons, 1998	Shapiro, 1999
Nature du problème traité		Conception du réseau	Configuration de processus	Configuration de processus	Conception d'activité, Supply Chain Interne
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité		Servir tous les lots	Service Client	
	Efficienc		Maximiser la taille des lots	Minimiser la consommation de ressources	Consommation de ressources
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité			Profits	Profits
	Efficienc		Coûts ABC	ABC	Coûts ABC
Méthodes de résolution utilisées	Modèles		Programmation Linéaire	Programmation linéaire + heuristiques bâties à partir de ABC	Programmation Linéaire
	Complexité traitée		Modèle Tactique par quantité pour la Supply Chain Interne	Jeux de données sur des petites instances	Plusieurs Usines ; Jeux de données simples
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X Exemples fictifs	X	X Exemples fictifs	X Exemples réels
	Supply Chain de production de services	X Exemples fictifs	X	X Exemples fictifs	X Exemples réels
	Supply Chain Hospitalière		X		
Commentaires		Intégration des niveau de cash-flow dans une Supply Chain Interne	Modèle ABC pour la planification d'activité	Modèle Analytique ABC couplé avec un programme linéaire pour maximiser la taille des lots	Pour un même niveau de satisfaction client, conception d'activités dans le réseau logistique minimisant les coûts

Tableau 16. Les modèles prescriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.

Auteurs		Yard, 2000	Lea et Fredendal, 2002	Hombourg, 2004	Badell <i>et al.</i> , 2005
Nature du problème traité		Conception d'activité	Conception d'activité	Configuration de processus / Approche générique	Pilotage de processus
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité			Service Client	Satisfaction client
	Efficienc			Minimiser la consommation de ressources	Taille des lots
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité	Cash flow		Profits	Cash-flow
	Efficienc	Taux de rotation de cycle financier	Coûts ABC/ EVA (TA)/ Coûts complets	ABC	Dépenses
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	Modèle de programmation linéaire	Programmation linéaire	Programmation linéaire + heuristiques bâties à partir de ABC	Programmation linéaire
	Complexité traitée	Supply Chain Interne / Firme		Supply Chain Interne	Supply Chain Interne
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X Exemples fictifs	X Exemples fictifs	X Exemples fictifs	X Exemple fictif tiré d'un cas réel
	Supply Chain de production de services		X Exemples fictifs	X Exemples fictifs	
	Supply Chain Hospitalière				
Commentaires		Sélection de règles de gestion du flux financier (fixation de délais)	Comparaison de la fiabilité des modèles pour savoir, en fonction du domaine si il vaut mieux sélectionner une approche TA/ABC	Approche Heuristique intéressante : pour tenter de se rapprocher de l'optimum, l'auteur propose des heuristiques basées sur la minimisation de tel ou tel inducteur	Choix d'une politique d'ordonnancement des lots sur une Supply Chain interne sur un horizon de 3 mois. L'utilisation d'une approche uniquement recettes/dépenses ne permet pas d'expliquer les dépenses liées à la manière de travailler.

Tableau 17. Les modèles prescriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.

4.3. Modèles descriptifs intégrant le flux financier pour le Supply Chain Management

On distingue deux types de modèles descriptifs (figure 70), (Dietrich 1991) : les modèles analytiques et les modèles de simulation. La technique de simulation qui se rapporte le mieux au contexte des systèmes de production et à la Supply Chain est la simulation à événements discrets (Dietrich, 1991). Chaque événement qui se produit dans le système modélisé est reconstruit dans un modèle informatique. Le modèle descriptif est chargé de calculer les états transitoires du système. Les modèles descriptifs permettent d'évaluer les décisions prises par le modèle prescriptif ou directement par les opérateurs. Ils peuvent intégrer les événements aléatoires provenant du système réel. Un modèle de simulation va également proposer une réponse à la question "Qu'est ce qui se passe si..." (what if), et permettre d'évaluer différents scénarii proposés par des experts.

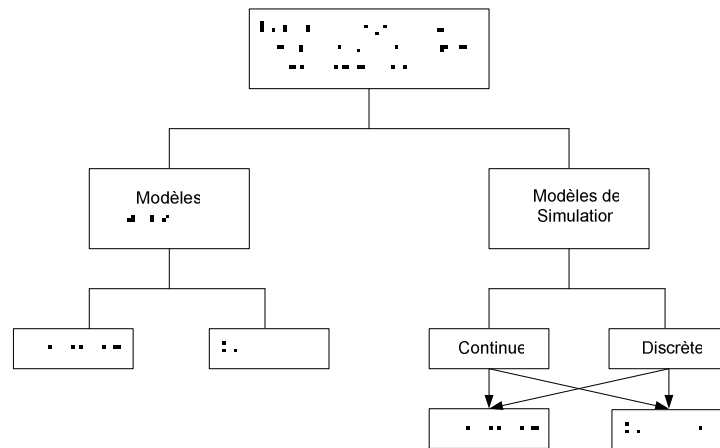


Figure 70. Les modèles descriptifs pour l'évaluation des performances de la Supply Chain.

La modélisation par simulation donne une vue plus complète sur le fonctionnement de la Supply Chain et permet d'évaluer des critères de performances qui ne sont pas pris en compte dans les approches exactes.

Les trois tableaux ci-dessous (tableau 18, tableau 19 et tableau 20) présentent l'analyse des modèles descriptifs intégrant des principes du Supply Chain Costing.

Auteurs		Albright <i>et al.</i> , 1992	Salafatinos, 1996	Takakuwa, 1997	Spedding et Sun, 1998
Nature du problème traité		Configuration de processus, cas pédagogique	Configuration d'activité	Configuration d'activité	Configuration d'activité
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Taux de service	Qualité des produits consommés		Satisfaction Client
	Efficienc	-	Volume Inducteur	Taux d'occupation	Taux d'occupation des opérateurs
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité				
	Efficienc	Coûts ABC	Coûts ABC	Coûts ABC	Coûts ABC
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	Pas de modèle, juste un concept	Modèle analytique	Simulation Monosite	Simulation (Witness), Monosite
	Complexité traitée		Liaison Fournisseur / Industriel	Monosite, Prise en compte d'aléas	Atelier, machines et convoyeur
Domaine d'application	Supply Chain industrielle		X	X	X Exemples fictifs
	Supply Chain de production de services				
	Supply Chain Hospitalière				
Commentaires		Proposition d'utiliser la simulation à événements discrets avec un modèle ABC dans un cas d'étude pédagogique			Application spécifique à la production de biens sur une ligne d'assemblage

Tableau 18. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.

Auteurs		Rasmussen <i>et al.</i> , 1999	Tseng et Jiang, 2000	Aseiedu <i>et al.</i> , 2000	Ben-Arieh et Qian, 2003
Nature du problème traité		Pilotage d'activité	Configuration d'activité	Conception d'activité	Conception d'activité
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Divers scénarii permettant de satisfaire le même niveau de demande			
	Efficience	Niveaux d'inducteurs		Evaluation de la consommation d'inducteurs	Taux d'occupation
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité				Profit
	Efficience	Coûts ABC de l'atelier	Coûts ABC	Coûts ABC	Coûts ABC
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	Modèle analytique + simulation		Modèle Analytique	Simulation
	Complexité traitée	Atelier, manière d'ordonnancer les lots		Atelier	Mono-site
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X Cas réel, atelier	Mono site, modèle analytique	X Exemples Fictifs	X Exemples fictifs
	Supply Chain de production de services		X		
	Supply Chain Hospitalière				
Commentaires		Modèle spécifique contextuel à un cas d'étude	L'intérêt de l'apport réside dans les objets récepteurs qui peuvent être des activités.		Modèle analytique implanté sur un atelier et évaluant divers scénarii à partir des consommations d'inducteurs

Tableau 19. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.

Auteurs		Chan et Spedding, 2003	Cil, 2004	Ozbayrak <i>et al.</i> , 2004	Liston <i>et al.</i> , 2006
Nature du problème traité		Configuration d'activité	Configuration d'activité	Configuration de processus	Conception du réseau
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Qualité des biens et services fournis	Volume inducteurs	Satisfaction client	Satisfaction fournisseurs
	Efficience				Qualité des prévisions, qualité des contrats
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité			Taux d'occupation des ressources	
	Efficience	Coûts ABC	Coûts ABC	Coûts ABC	Coûts des activités logistiques
Méthodes de résolution utilisée	Modèles	Simulation	simulation + modèle analytique + animation 3D	Simulation + modèle analytique	Simulation
	Complexité traitée	Mono site	Système Flexible, usine	Système flexible, modélisable sous la forme d'un PLNE	Supply Chain externe
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X Exemples fictifs	X	X	X
	Supply Chain de production de services	X Exemples fictifs			
	Supply Chain Hospitalière	X Exemples fictifs			
Commentaires		Généralisation de la méthode INPIM pour la configuration d'activité	L'approche est couplée avec une simulation 3D	Sélection de la règle de gestion (Push / Pull) pour gérer une usine	Sélection des fournisseurs en fonction de scénarii basés sur les prestations fournies

Tableau 20. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.

Le nombre de modèles descriptifs intégrant des aspects de Supply Chain Costing est plus grand que dans le cas des modèles prescriptifs. Cependant, le caractère contextuel des approches (11 approches sur 12 sont dédiées), ainsi que le niveau de granularité traité (11 approches traitées sur 12 sont réalisées dans le contexte mono-site) font que seules deux approches ont retenu notre attention pour deux motifs complémentaires :

- ♦ la première est l'approche développée par (Chan et Spedding, 2003), qui consiste à intégrer une modélisation ABC dans le cadre d'un environnement de simulation pour les systèmes industriels ; cet environnement sera analysé dans la section 6 de ce chapitre. Notons cependant que l'approche proposée

par les auteurs ne raisonne pas en unités de flux, et évalue seulement la consommation en unités physiques des inducteurs du système modélisé.

- ♦ la deuxième est l'approche développée par (Liston *et al.*, 2006) qui montre l'intérêt d'évaluer l'impact de la sélection de tel ou tel fournisseur sur une Supply Chain à l'aide d'une évaluation des inducteurs pour les coûts des activités logistiques. De toutes les approches que nous avons évaluées, cette approche est la seule à intégrer un coût par activité au niveau de la chaîne conjuguée avec un modèle descriptif.

Notons, enfin, que ces différentes approches sont centrées sur l'évaluation de l'efficacité (coûts), mais qu'aucune n'est centrée sur l'évaluation des flux monétaires (cash flow) que ce soit à court, moyen ou long terme.

4.4. Synthèse

Le couplage des méthodes prescriptives et descriptives sur la Supply Chain est préconisé par plusieurs auteurs dans la littérature (Ding *et al.*, 2004 ; Pirard, 2005...). Ce type d'approche constitue un des points forts de l'équipe modélisation et aide à la décision (MAD) du LIMOS. Ce couplage, qui permet notamment, mais pas seulement, la combinaison entre les familles de modèles prescriptifs avec des modèles de simulation en vue par exemple de l'amélioration du fonctionnement d'un système industriel est développé par (Barnichon, 1990 ; Tchernev, 1997 ; Grangeon, 2001 ; Boutevin, 2003 ; Cossard, 2004...). Sans remettre en cause ces différentes méthodes de résolution, largement validées par l'équipe MAD dans la littérature et dont l'un des avantages est de "résister" au test de l'implantation dans l'entreprise, notons qu'aucune d'entre elles n'intègre comme critère de performance les indicateurs et les notions proposées par le Supply Chain Costing pour l'évaluation des performances.

Si l'évaluation de l'efficacité du flux financier au travers d'une analyse ABC est déjà "répandue", les différentes approches présentent un caractère dédié et sont, à part celles de (Shapiro, 1999) et de (Chan et Spedding, 2003) difficilement réutilisables sorties de leur contexte. Cependant, ces approches n'intègrent pas la réalité du flux financier en proposant la transformation du flux physique en unités monétaires sous la forme de Cash-flow, mais simplement une approximation des coûts générés par la conception ou la configuration du réseau.

Nous positionnons dans la figure 71 les différents modèles étudiés dans la matrice présentée au point 4.1 de cette section.

	Macroscopique	Mésoscopique	Microscopique
Stratégique	Exemple de modèle Liston <i>et al.</i> , 2006	Exemple de modèle Shapiro, 1999 Yard, 2000	Exemple de modèle Shapiro, 1999 Aseiedu <i>et al.</i> , 2000 Chan et Spedding, 2003 Chan et Spedding, 2003
Tactique	Exemple de modèle ?	Exemple de modèle Albright <i>et al.</i> , 1992 Boons, 1998 Chan et Spedding, 1998 Chan et Spedding, 2004 Chan et Spedding, 2004	Exemple de modèle Salafatinos, 1996 Takakuwa, 1997 Chan et Spedding, 1998 Chan et Spedding, 2000 Chan et Spedding, 2003 Cil, 2004
Opérationnelle	Exemple de modèle ?	Exemple de modèle Badell <i>et al.</i> , 2005	Exemple de modèle Chan et Spedding, 1999

Figure 71. Synthèse du positionnement des différents modèles d'aide à la décision étudiés.

Deux points importants ressortent de la figure 71 :

- ♦ une relative pauvreté des approches au niveau opérationnel, puisque seuls 2 modèles proposent d'étudier le comportement du flux financier pour cet horizon (relativement aux approches du Supply Chain Costing) ;
- ♦ les problèmes de configuration et de pilotage du réseau semblent complètement ignorés par les modèles d'aide à la décision (relativement aux approches du Supply Chain Costing) ; les problèmes de conception du réseau sont eux mêmes très peu abordés sous l'angle du Supply Chain Costing.

Nous avons montré dans le premier chapitre qu'une évaluation financière devait intégrer une évaluation du flux financier, sous la forme d'estimation des Cash flow générés par entité, par partenaire. Pour impacter le flux financier de manière positive, les modèles décisionnels de Supply Chain Management se focalisent sur deux aspects :

- ♦ ils cherchent à diminuer le niveau de stock (et dans cet esprit espèrent diminuer l'argent immobilisé) ;
- ♦ ils cherchent à augmenter le niveau de satisfaction client (au sens logistique du terme, cela signifie le pourcentage de clients servis), et donc à augmenter les recettes.

Ces différentes approches sont fondées sur une vue partielle du flux financier et essaient d'améliorer tel ou tel ratio comptable ; le modèle SCOR du Supply Chain Council, comme la plupart des indicateurs de la littérature, fournit à cet effet un certain nombre de ratios financiers classiques qui sont tous basés sur des coûts calculés et qui ne prennent pas en compte l'impact des délais de paiement.

Il n'est pas sûr, compte tenu de la non prise en compte de la temporalité des délais de paiement, et donc de l'évaluation réelle du flux financier et compte tenu de la complexité des relations entre les systèmes qui composent la Supply Chain, que jouer sur ces deux critères permette d'améliorer à court ou à moyen terme les niveaux de cash-flow des entités.

Si au niveau conception du réseau, un certain nombre de modèles décisionnels existent et travaillent indifféremment sur la création de Cash-flow ou de profit, on ne retrouve pas cette approche au niveau tactique ou opérationnel. En effet, les modèles du Supply Chain Costing ne traduisent pas cet état de fait, et à notre connaissance, il n'existe pas de modèles permettant d'estimer l'impact réel du flux physique sur le flux financier en prenant en compte l'aspect dynamique des délais de paiement, que ce soit dans la littérature ou dans les outils logiciels dédiés, et en traduisant l'impact du flux physique en unité de flux financier sous la forme de cash-flow.

Les différents modèles d'aide à la décision utilisent des données et produisent de l'information pour le manager. La section suivante présente les différentes possibilités de structuration de l'information décisionnelle provenant des modèles d'aide à la décision dans le contexte du Supply Chain Management.

5. Structuration de l'information décisionnelle en contexte SCM

Les modèles d'aide à la décision pour le Supply Chain Management, que ces modèles soient prescriptifs ou descriptifs, ont besoin de données sur le système qu'ils modélisent. Les managers ont besoin de pouvoir consulter et faire fonctionner ces modèles d'aide à la décision, ainsi que de pouvoir stocker et éventuellement diffuser l'information produite par ces modèles. Cette information doit pouvoir être réutilisée par d'autres modèles ou par d'autres acteurs. La structuration de l'information décisionnelle, au delà des axes de performances du Supply Chain Costing, nécessite que les applications d'aide à la décision soient connectées aux systèmes d'information des entités de la Supply Chain. L'objet de cette section n'est pas de constituer un état de l'art sur la structuration de l'information décisionnelle, mais simplement de présenter les outils et concepts usuels qui sont largement suffisant pour notre problématique.

La structuration de l'information décisionnelle est un sujet qui a été largement traité dans le cadre des ERP. La plupart du temps, l'information décisionnelle issue des applications informatiques est personnalisée pour le (les) décideur(s) dans le cadre de tableaux de bord électroniques (Reix, 2002). Ces derniers ont fait leur apparition dans les années 80 pour répondre aux besoins de centralisation et de reporting de l'information financière (consolidation des bilans) dans les grandes multinationales. Une évolution vers d'autres axes de performance a conduit à concevoir des applications logicielles pour le manager sous le terme "tableau de bord électronique", (Reix, 2002) ou *Executive Information System* (EIS).

Nous ne rentrerons pas dans le détail de constitution des EIS, mais ces tableaux de bord doivent présenter l'information nécessaire pour la prise de décision, en fonction des besoins du manager. Les EIS sont interfacés au système d'information via un entrepôt de données. Les EIS permettent de visualiser l'information suivant le niveau de granularité désiré par l'utilisateur. Leur mise en place est réalisée à partir du modèle de connaissance réalisé à partir du processus de BPM. L'information décisionnelle dans les EIS est structurée dans des états (tableaux de bord) suivant plusieurs dimensions (Lohman *et al.*, 2004) :

- ♦ la dimension performance : la performance (figure 72) va être analysée suivant différents niveaux de granularité. Cette dimension correspond à une structuration des niveaux de performances suivant le niveau "axe ou *cluster* de performance" (Lohman *et al.*, 2004), le niveau "facteur clés de succès", ou suivant le niveau "inducteur ou indicateur de performance".
- ♦ la dimension objet de mesure (Lohman *et al.*, 2004) : l'objet évalué peut être le système complet, une partie du système, une activité du système, un item ou produit du système, un couple activité / produit ...
- ♦ la dimension dynamique : l'information peut être un objectif, une prévision ou une mesure ex-post (objectif : fournie par le décideur ; prévision : fournie par les modèles de traitement statistique ou les modèles d'aide à la décision ; mesure ex-post : porte sur la performance passée).

Les applications décisionnelles du marché (BW de SAP, Cognos, ...) proposent ainsi de structurer l'information décisionnelle sous la forme de tableau de bord.

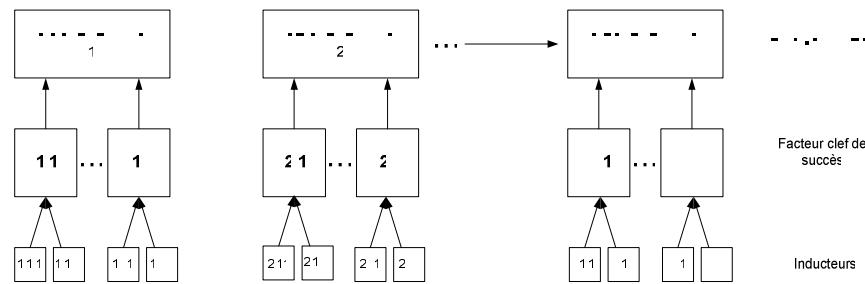


Figure 72. La structuration de l'information décisionnelle dans les tableaux de bords électroniques.

Ce tableau de bord électronique doit être interfacé au système d'information des entités de la Supply Chain, ce qui pose des problèmes d'interopérabilité entre les applications. (Chan et Spedding 2003 ; Morel *et al.*, 2003 ; Selk *et al.*, 2006) proposent de lier système d'information des entités qui composent la Supply Chain et applications d'aide à la décision via un entrepôt de données. La figure 73 présente une synthèse de ces différentes approches sans détailler les différents points qui constituent en eux même des axes de recherche en Informatique. Il s'agit juste ici de montrer l'interfaçage qui doit exister, d'un point de vue opérationnel, entre le système d'information, les applications d'aide à la décision et le seul volet applicatif visible pour le Supply Chain Manager qui est constitué par un tableau de bord informatique.

Si le tableau de bord décisionnel constitue une application informatique au service du décideur, seule la partie EIS est au contact de l'utilisateur. La constitution d'APS intégrant les aspects financiers dans les modèles d'aide à la décision est le cœur de notre problématique. Cependant, compte tenu de la complexité des flux et des données nécessaires à son fonctionnement, cerner son interfaçage avec les autres applications nécessaires à l'aide à la décision nous est apparu fondamental, car il s'agit d'un élément qui est souvent oublié dans la littérature. Des solutions techniques existent pour permettre aux APS de recevoir des données et de restituer de l'information décisionnelle, par exemple à l'aide des entrepôts de données (figure 73) ; le champ de recherche sur leur caractère interopérable des applications décisionnelles en contexte de Supply Chain Management constitue un défi pour l'informatique dans l'entreprise étendue (Selk *et al.*, 2006) et est relativement peu traité sous l'aspect utilisation des données collectées pour l'aide à la décision.

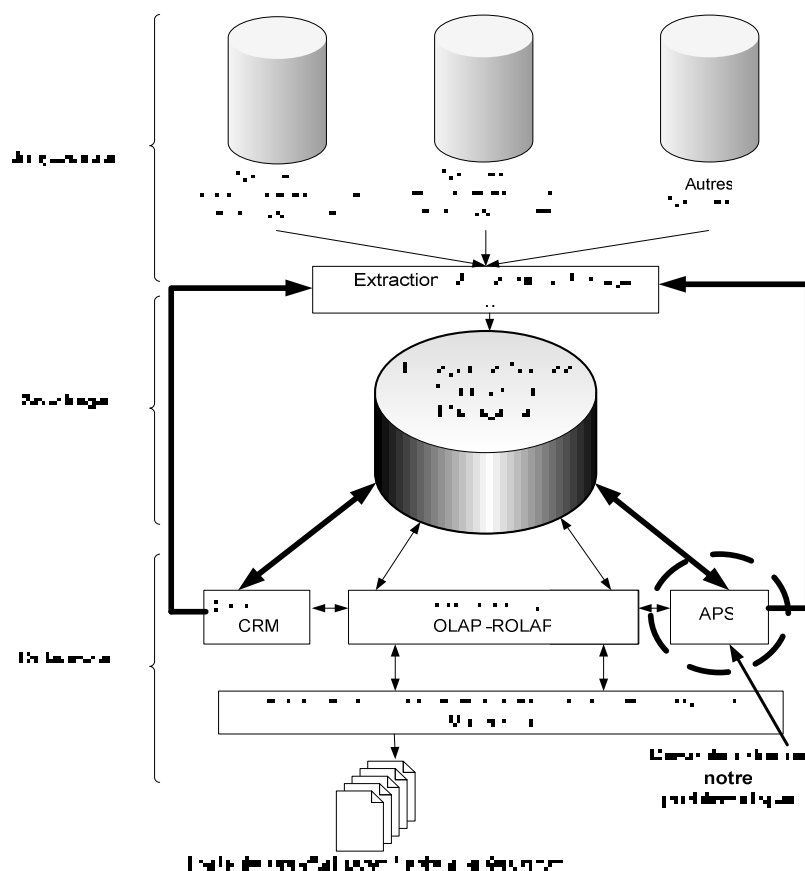


Figure 73. Un exemple d'entrepôt de données pour le Supply Chain Management, synthèse de l'existant.

6. Environnements de modélisation pour la Supply Chain

Au début de ce chapitre, nous avons donné la définition d'un environnement de modélisation en précisant que notre objectif était d'intégrer une évaluation des performances financières dans les modèles d'aide à la décision pour le Supply Chain Management. Chacune des sections de ce chapitre a ainsi pu analyser l'existant dans les différentes couches de l'environnement. L'étude de la plupart des environnements existants (Chabrol *et al.*, 2006, a ; Hongwei *et al.*, 2005) montrent qu'ils ne prennent que peu ou pas en compte les préconisations du Supply Chain Costing.

Cependant, 5 environnements de modélisation dont nous détaillons les caractéristiques dans l'annexe 3 nous ont paru intéressants relativement à notre problématique, même si leur champ d'application n'est pas forcément celui de la Supply Chain :

- ♦ le premier est l'environnement MODPROLI (MODélisation du PROcessus Logistique Industriel) ; (Tchernev, 1997) ; L'environnement MODPROLI est proposé dans la thèse de (Tchernev, 1997). Son objectif est de permettre la modélisation du processus logistique dans les systèmes industriels et d'évaluer les critères de performance. Il combine outils d'évaluation (simulation à événements discrets avec SLAM) et méthodes d'optimisation.
- ♦ le deuxième est l'environnement TOVE ; (TOronto Virtual Enterprise) ; (Tham, 1999 ; Fox *et al.*, 1994) propose une méthodologie de modélisation pour l'entreprise intégrée. Son extension, proposée dans la thèse de (Tham, 1999) sous forme d'ontologie des coûts pour l'entreprise intégrée permet de concevoir des environnements de modélisation qui prennent en compte la performance sous la forme de modèles ABC. L'évaluation de performance est réalisée sous forme de modèles analytiques. Ni simulation, ni optimisation ne sont proposées dans l'environnement qui est centré système d'information.
- ♦ le troisième est un environnement de modélisation pour la classe des Flow Shop Hiérarchisés (Grangeon, 2001) ; la justification de modéliser la Supply Chain comme un Flow Shop par (Jeong *et al.*, 2002 ; Mansouri, 2006) est pertinente lorsque le niveau de modélisation est macroscopique. Les problèmes et les modèles d'ordonnancement et de planification pour les systèmes de la classe des Flow Shop sont réutilisables pour la classe des Supply Chain en considérant que les entités (usines, entrepôts...) sont modélisables comme une machine. Chaque étage du Flow shop constitue une étape de la Supply Chain. Dès lors, les méthodes et outils proposés par (Grangeon, 2001) pour les systèmes de la classe des Flow Shop peuvent s'étendre pour résoudre les problèmes de planification et d'ordonnancement dans la Supply Chain.
- ♦ le quatrième est un environnement conçu à partir de la généralisation de la méthode INPIM (INtgrated Multidimensional Process Improvement Methodology) (Chan et Spedding, 2003) ; les auteurs proposent une méthodologie basée sur l'évaluation des performances à l'aide de la simulation à événement dont le but est d'implanter dans les activités manufacturières une combinaison de démarches issues du contrôle de gestion et du management de la qualité. La simulation à événements discrets doit pouvoir évaluer l'impact des décisions prises pour améliorer la qualité des produits ou la réductions des coûts via l'évaluation de la consommation des inducteurs ABC. La spécification est réalisée via l'approche ARIMA (Gaynor et Kirkpatrick, 1994) et une approche par les réseaux de neurones. L'approche utilise indifféremment Witness ou Siman Arena comme noyau de simulation. Notons cependant que les coûts ABC ne sont pas évalués. La spécification "révèle" les processus et les inducteurs associés. L'approche par la qualité doit réduire les consommations physiques des processus indirects des systèmes manufacturiers et son impact doit être évaluée à l'aide de modèles de simulation à événements discrets dont les indicateurs de performances sont les inducteurs ABC.
- ♦ le cinquième est un environnement pour la planification multi-sites au niveau tactique (Cossard, 2004). Cet environnement est issu des travaux de thèse de (Cossard, 2004) sur la planification de la Supply Chain interne pour le groupe Michelin. L'environnement de modélisation a permis de concevoir une application pour la planification tactique multi-sites qui est en cours de déploiement sur l'ensemble des usines de la multinationale.

Les environnements de modélisation pour l'aide à la décision logistique constituent un des points forts de l'équipe MAD-LOG. C'est pour cela que trois d'entre eux ont été retenus dans les cinq analysés. Une analyse des méthodes et outils utilisés pour le domaine de la Supply Chain par (Hongwei *et al.*, 2005) montre le caractère dédié des approches existantes dans la littérature (quel que soit le flux modélisé) et qu'il existe un besoin pour un environnement de modélisation et de simulation pour la Supply Chain. Les modèles présentés constituent ainsi des approches trop abstraites pour être instanciées sur le domaine des Supply Chains en l'état, ou sont uniquement conçus pour un problème spécifique et sont difficilement généralisables. Les conclusions de (Hongwei *et al.*, 2005) sont valables y compris pour les environnements proposés par l'équipe MAD-LOG.

Le Tableau 21 présente une synthèse des différents environnements de modélisation que nous venons de présenter dans la perspective de notre problématique de conception d'application décisionnelle intégrant les flux financiers. Même si les différents environnements étudiés présentent des éléments intéressants par rapport à notre problématique, aucun ne prend en compte toute les spécificités du Supply Chain Costing conjuguées avec une approche "objet" et une approche "métier" pour concevoir une suite logicielle pour l'aide à la décision.

	Avantages	Limites
MODPROLI (Tchernev, 1997)	<ul style="list-style-type: none"> Démarche de modélisation structurée pour le processus logistique industriel qui peut être étendue sur d'autres domaines d'application. 	<ul style="list-style-type: none"> Absence totale de prise en compte dans l'évaluation et l'optimisation des processus modélisés des contraintes du flux financier. L'environnement est centré système d'information, pas évaluation de performance.
TOVE (Tham, 1999) (Fox <i>et al.</i> , 1994)	<ul style="list-style-type: none"> Démarche de modélisation structurée pour la prise en compte d'une évaluation ABC des activités qui a été implantée dans des ERP. 	<ul style="list-style-type: none"> Simulation et Optimisation ne sont pas utilisés dans l'environnement. L'environnement est centré système d'information, pas évaluation de performance. Le modèle ABC est implanté, mais son évaluation ne combine pas une évaluation poussée du flux physique. Les unités de flux financier ne sont pas prises en compte.
Un environnement de modélisation pour la classe des Flow Shop Hierarchisés (Grangeon, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> Environnement dont le déploiement des modèles qu'il contient est justifié dans la littérature pour la prise en compte des problèmes de configuration et de pilotage du réseau Supply Chain. 	<ul style="list-style-type: none"> Les modèles ne prennent absolument pas en compte les flux financiers. L'analyse et la spécification ne sont pas orientées "métier", mais uniquement "objet". La modélisation de la Supply Chain comme un Flow Shop suppose une grande capacité d'abstraction, et peut engendrer une modélisation parfois caricaturale des processus de la Supply Chain. L'environnement n'a pas été utilisé sur des systèmes de la classe des Supply Chains.
INPIM (Chan et Spedding, 2003)	<ul style="list-style-type: none"> Environnement prenant en compte les critères de performance issus d'une modélisation à base d'activités dans les modèles de simulation. La méthodologie de modélisation se rapproche de l'approche ASCI, au moins dans le processus de modélisation d'un système de la classe. Les composants "méthodologiques" de l'environnement sont génériques relativement à un horizon de court terme. Une couche "Base de Données" permettant l'interfaçage avec le système d'information est proposée. 	<ul style="list-style-type: none"> Il ne s'agit pas d'une évaluation des coûts ABC, mais uniquement des consommations physiques des inducteurs. Les consommations de ressources directes ne sont pas prises en compte dans la modélisation. L'approche objet n'est pas implantée. L'approche est pertinente à un niveau de granularité très fin pour un horizon décisionnel opérationnel. L'environnement ne se prête pas à une extension sur des modèles décisionnels tactiques ou stratégiques.
Un environnement pour la planification tactique multi-sites (Cossard, 2004)	<ul style="list-style-type: none"> Environnement de modélisation pour la planification tactique en contexte multi-sites. Les modèles développés sont utilisables aussi bien sur une Supply Chain interne que sur une Supply Chain externe. 	<ul style="list-style-type: none"> Le flux financier est complètement ignoré dans l'approche proposée. L'environnement ne propose qu'une approche "objet", mais pas une approche de modélisation "métier" qui est indispensable en contexte Supply Chain.

Tableau 21. Analyse d'Environnements de modélisation relativement à notre problématique.

7. Conclusion

Les différentes approches que nous venons de présenter dans ce chapitre sont utilisées ou utilisables dans le cadre de la conception d'un environnement de modélisation pour la Supply Chain intégrant les flux financiers. L'objectif de ce chapitre était de réaliser une analyse des méthodes et outils existants.

L'état de l'existant, les limites et les besoins par rapport à notre problématique sont présentés :

- ♦ dans le tableau 22, pour les aspects BPM ;
- ♦ dans le tableau 23, pour les aspects Supply Chain Costing, qui constitue l'extension des méthodes du contrôle de gestion en contexte SCM ;
- ♦ dans le tableau 24, pour les aspects Recherche Opérationnelle ;
- ♦ dans le tableau 25, pour les aspects concernant l'intégration et la structuration de l'information en contexte SCM.

	Existant	Limite	Besoin/Choix
Phase de recueil	La phase de recueil de la connaissance sur un système organisationnel utilise les outils et méthodes (qualitatives / quantitatives) des Sciences de Gestion.	Limites inhérentes aux méthodes de recueil d'information.	Formaliser concrètement la manière opérationnelle de recueillir la connaissance sur les processus d'une Supply Chain
Phase de formalisation	La phase de formalisation des processus utilise un ensemble d'outils et de méthodes pour l'analyse et la spécification des flux d'un point de vue métier et d'un point de vue objet. 2 méthodes et leurs outils associés semblent convenir relativement à notre problématique : il s'agit de ARIS et de IDEF (SADT).	Absence de guide d'analyse et de mode d'emploi pour la Supply Chain.	Expliquer comment utiliser d'un point de vue approche objet et d'un point de vue approche métier les méthodes et outils pour la spécification
Phase d'utilisation	Le modèle de connaissance formalisé peut servir à la fois à concevoir le système d'information, le système d'évaluation de performances (Modèle de comptabilité de gestion et tableau de bord), et les modèles d'aide à la décision	Les approches de modélisation proposent systématiquement dans leur approche une structuration et un recueil de la connaissance orienté vers une utilisation unique et contextuelle de la connaissance recueillie.	Concevoir une méthode permettant de recueillir et de spécifier les flux de la Supply Chain relativement aux utilisations multiples qu'il peut être fait d'un modèle de connaissance.
Méthodologie de modélisation	Deux méthodologies de modélisation se dégagent par rapport à notre problématique : ASCI, qui est orientée aide à la décision. TOVE, qui est orientée mise en place de modèles de comptabilité de gestion.	ASCI ne possède pas une orientation aide à la décision financière. TOVE n'est pas orientée Recherche Opérationnelle.	Compléter la méthodologie ASCI avec l'aspect manquant ; prendre en compte dans la méthodologie les aspects et positionnements des Sciences de Gestion pour enrichir la production des concepts, outils et méthodes.

Tableau 22. Méthodes et outils de BPM pour recueillir, formaliser et spécifier les processus de la Supply Chain

	Existant	Limite	Besoin
Supply Chain Costing	Les outils et méthodes du Supply Chain Costing sont constitués par l'extension du champ du contrôle de gestion sur la Supply Chain. 2 Types d'outils sont proposés dans le cadre du Supply Chain Costing : l'extension de la méthode ABC ; L'utilisation des tableaux de bords prospectifs.	Limites inhérentes aux outils du contrôle de gestion ; Limites quant aux frontières organisationnelles concernant la transmission d'informations sur les flux financiers.	La formation et la circulation des flux financiers dans la Supply Chain ne sont pas étudiées ; la valeur financière pour les partenaires participant à une collaboration sous forme de Supply Chain n'est pas mesurée : il faut donc concevoir un outil permettant d'expliquer la formation du flux financier dans le Supply Chain.
Les tableaux de bord pour le Supply Chain Costing	Les tableaux de bord sont structurés autour des 4 axes proposés par Kaplan et Norton. Les tableaux de bord / SCM sont tous conçus par rapport au cadre proposé par Kaplan et Norton.	Les tableaux de bord électroniques ne contiennent pas (actuellement) une dimension "prévisionnel APS".	Constitution d'un tableau de bord suivant 4 axes pour le SCM en montrant tout particulièrement les effets de la collaboration ; le tableau de bord servirait à "orienter" les comportements (Anthony, 1988) et à fournir une aide à la décision.
Efficience de l'axe de performance financière	L'efficience du flux financier est évaluée à l'aide de modèle ABC (consensus fort sur le domaine).	Les limites de la pertinence du modèle ABC proviennent de la phase de BPM. Si les processus sont bien formalisés et les inducteurs révélés, alors le modèle expliquera correctement la formation des coûts.	Le couplage BPM/ Modèles d'évaluation n'est pas explicité correctement dans la littérature ou dans les logiciels associés : il faut donc concevoir une méthode qui explique comment formaliser les processus pour bien les évaluer à l'aide des modèles du Supply Chain Costing.
Efficacité de l'axe de performance financière	L'efficacité du flux financier pour les actionnaires des entités qui composent la Supply Chain est réalisée à l'aide d'indicateurs et de ratios qui sont censés évaluer le SCM par rapport à son efficacité financière.	Les ratios proposés ne tiennent pas compte de la création de valeur pour les actionnaires qui se mesure en contexte logistique par le surplus de cash-flow généré par l'action de SCM.	Proposer une méthode qui permette d'expliquer la formation et la captation des cash flows dans la Supply Chain et permette ensuite d'en envisager le partage.

Tableau 23. Méthodes et outils du Supply Chain Costing pour l'aide à la décision

	Existant	Limite	Besoin
Modèles prescriptifs	Les modèles ABC sont intégrés dans certains modèles stratégiques (Shapiro dont les modèles sont génériques). L'optimisation des cash-flows en contexte SCM est proposée de manière contextuelle sur deux cas d'étude.	Les approches prescriptives sont contextuelles, et présentent un manque de généralité.	Concevoir des modèles mathématiques de type ABC intégrant également une contrainte d'efficacité qui expliquent comment se forment les cash-flows et comment on peut les optimiser.
Modèles descriptifs	Les modèles ABC sont intégrés dans certains modèles de simulation par rapport à des cas d'étude contextuels.	Les approches descriptives sont contextuelles, et présentent un manque de généralité.	Concevoir des modèles descriptifs de type ABC qui expliquent comment se forment les cash-flows et comment on peut les évaluer.
Synthèse	Les méthodes permettant de coupler modèles prescriptifs et descriptifs ont un caractère opérationnel intéressant.	Les approches proposant le couplage des méthodes n'intègrent aucun des principes du Supply Chain Costing. Pauvreté des modèles d'aide à la décision sur les problèmes de configuration et de pilotage du réseau Supply Chain, problèmes qui constituent le cœur du Supply Chain Management.	Proposer des modèles d'aide à la décision génériques pour tous les niveaux décisionnels intégrant à la fois les principes du Supply Chain Costing et les principes du couplage des méthodes. Proposer des modèles sur les problèmes de pilotage et de configuration du réseau en modélisant la Supply Chain comme un flow shop et en intégrant le flux financier dans l'optimisation et l'évaluation.

Tableau 24. Méthodes et outils du Supply Chain Costing pour l'aide à la décision

	Existant	Limite	Besoin
L'intégration et la structuration de l'information avec le système d'information des entités de la Supply Chain	L'interfaçage entre les différentes applications transactionnelles et décisionnelles dans la Supply Chain est réalisé sous forme d'entrepôt de données et l'interface avec les décideurs se fait sous la forme de tableau de bord électronique.	Les approches actuelles sont satisfaisantes (relativement à notre problématique).	Les applications d'aide à la décision doivent être interopérables.

Tableau 25. L'intégration et la structuration de l'information avec le système d'information des entités de la Supply Chain

Une analyse des méthodes et outils utilisés pour le domaine de la Supply Chain par (Hongwei *et al.*, 2005) montre le caractère dédié des approches existantes dans la littérature (quel que soit le flux modélisé) et qu'il existe un besoin pour un environnement de modélisation et de simulation pour la Supply Chain. La figure 74, qui répond à la figure 46 de l'introduction de ce chapitre présente le bilan de l'existant, et montre les éléments réutilisables en l'état dans le cadre de la conception d'un environnement de modélisation pour l'évaluation des performances de la Supply Chain.

Ce chapitre a traité des méthodes et modèles existants pour la conception d'un environnement de modélisation pour la Supply Chain qui intègre une dimension financière dans la prise de décision. Nous nous sommes rendus compte qu'aucun environnement de modélisation ne répondait à notre problématique, et que les éléments existants dans la littérature sur chaque point composant l'environnement devait être approfondis ou complétés.

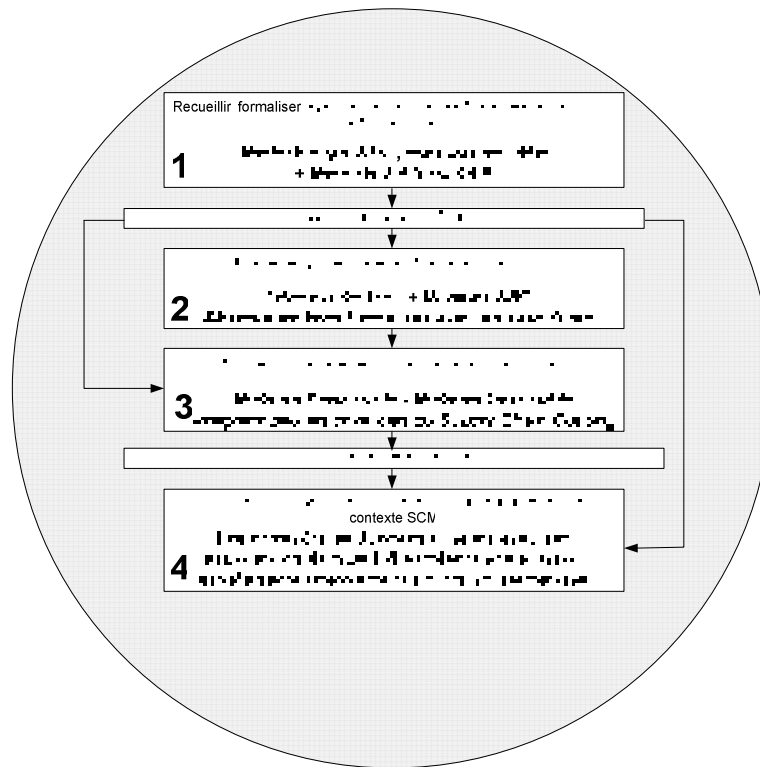


Figure 74. L'existant dans les éléments pour la conception et l'implantation de suites logicielles pour l'aide à la décision en contexte SCM.

L'analyse de l'existant révèle les approfondissements nécessaires pour concevoir cet environnement. Nos propositions se situent à plusieurs niveaux :

- ♦ **concevoir une méthodologie de modélisation pour évaluer les processus organisationnels** ; la méthodologie de modélisation constitue le mode d'emploi indispensable pour concevoir un environnement de modélisation. Au cours de l'étude bibliographique, nous nous sommes rendu compte qu'aucun article ne traitait les problèmes d'évaluation de performance pour la Supply Chain en présentant une démarche de modélisation qui prenne en compte les aspects pluriels du SCM. Cette méthodologie de modélisation, qui doit tenir compte des origines multiples et métissés des savoirs et savoir-faire nécessaires pour réaliser une application décisionnelle pour le SCM, constitue la fondation d'un environnement de modélisation. Cette méthodologie de modélisation doit être associée avec des méthodes d'analyse et de spécification et expliquer leur utilisation pour évaluer les processus d'entreprises. Nous adoptons (cf. chapitre 1) une approche processuelle de la Supply Chain. Dès lors, pour pouvoir évaluer cette dernière en contexte de SCM, il convient de modéliser les processus qui la constituent dans le cadre d'une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision. Cette méthodologie de modélisation, qui est décrite dans le chapitre suivant, peut s'appuyer sur deux approches méthodologiques (cf. section 2 de ce chapitre) : (i) soit s'appuyer sur TOVE et intégrer dans cette méthodologie une orientation "aide à la décision" ; (ii) soit s'appuyer sur ASCI et implanter une dimension flux financier et une dimension processuelle pour l'évaluation de la performance. Sachant que nos travaux sont réalisés dans le SADT sont strictement comparables (cf. section 2.3 de ce chapitre). Par patriotisme européen, nous choisissons ARIS car cette méthode et les outils associés (Vernadat, 1997) sont une des résultantes des programmes européens ESPRIT, tandis que SADT est la résultante de programmes de recherche américains. De plus, le logiciel associé cadre de l'équipe MAD-LOG, nous avons délibérément choisi d'enrichir ASCI (sans que ce choix nous ait été imposé). Concernant les méthodes utilisables dans la méthodologie, ARIS ou à ARIS, ARIS tool set, intègre le formalisme UML et permet donc également de concevoir des modèles orientés objet.
- ♦ **concevoir un modèle ou une suite de modèles qui permette d'expliquer la formation des flux financiers dans la Supply Chain.** Les différents modèles existants essaient d'expliquer de manière contextuelle la formation des coûts. Permettre d'expliquer la formation des flux financiers permettra d'évaluer la valeur financière créée par l'action logistique et la collaboration dans la Supply Chain. L'état de l'art a révélé des faiblesses (relatives) dans les modèles du Supply Chain Costing et dans les modèles d'aide à la décision. Nous allons essayer de compléter ces modèles en intégrant des aspects financiers dans ABC et en implantant ces propositions dans des modèles d'optimisation et de simulation. Nous

allons ainsi concevoir un ensemble de modèles pour l'aide à la décision dans le cadre du Supply Chain Management. Ces modèles sont conçus en mettant en œuvre la méthodologie de modélisation proposée dans le chapitre 3 sur le domaine des Supply Chain. Ce point sera détaillé dans le chapitre 4.

- ♦ **Regrouper méthodes, méthodologies et modèles dans un environnement** et expliquer comment construire un APS intégrant les flux financiers dans la Supply Chain. Ce point sera détaillé dans le chapitre 4 de ce mémoire.
- ♦ **L'environnement de modélisation est mis en œuvre sur deux Supply Chains** : une Supply Chain externe d'une multinationale, et une Supply Chain Hospitalière en cours de conception (celle du Nouvel Hôpital d'Estaing). Ce point est détaillé dans le chapitre 5 de ce mémoire.

Chapitre 3

Proposition d'une méthodologie de modélisation.

1. INTRODUCTION.....	104
2. UN COMPOSANT METHODOLOGIQUE POUR CONCEVOIR UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION TRANSDISCIPLINAIRE.....	105
2.1. <i>Le composant méthodologique ASCI.....</i>	<i>105</i>
2.2. <i>Intégration d'une vue paradigme dans le cadre conceptuel ASCI pour la production d'objets de recherche transdisciplinaires</i>	<i>108</i>
2.3. <i>Déroulement de la démarche ASCI suivant divers paradigmes utilisés en Sciences de Gestion.....</i>	<i>110</i>
2.3.1 Du Paradigme positiviste au paradigme post-positiviste et déroulement du projet de recherche avec le méta-modèle méthodologique ASCI	111
2.3.2. Paradigme constructiviste et déroulement du projet de recherche avec le méta-modèle méthodologique ASCI ...	112
2.3.3. Paradigme pragmatique et déroulement du projet de recherche avec ASCI.....	113
3. UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION PAR PROCESSUS MULTIPLES ET INCREMENTIELS.....	114
3.1 <i>Approche de modélisation par processus multiples et incrémentiels.....</i>	<i>116</i>
3.1.1 Caractérisation d'un processus générique élémentaire	117
3.1.2. Un Processus multiple et incrémentiel (Pmi)	118
3.2 <i>Le positionnement retenu pour la méthodologie par processus multiples et incrémentiels.....</i>	<i>119</i>
4. LA MODELISATION DU DOMAINE.....	120
4.1. <i>Méthode d'analyse et de spécification pour la construction du modèle générique de connaissance.....</i>	<i>120</i>
4.1.1 Similarité et complémentarité entre l'approche par les processus et l'approche transaction	120
4.1.2 Passage de l'approche transaction à l'approche station.....	122
4.1.3 Le modèle de connaissance générique	122
4.2. <i>Construction des modèles génériques de conception et d'implantation.....</i>	<i>124</i>
4.2.1 Passage du modèle de connaissance au modèle de conception pour l'évaluation de processus.....	125
4.2.2 Construction du modèle d'implantation.....	127
4.3. <i>ARIS et UML dans la méthodologie.....</i>	<i>129</i>
5. LE PROCESSUS DE MODELISATION D'UN SYSTEME DU DOMAINE	129
5.1 <i>Présentation générale du processus de modélisation</i>	<i>130</i>
5.2 <i>Analyse du système</i>	<i>131</i>
5.3. <i>Spécification du système</i>	<i>134</i>
5.4. <i>Conception et Implantation du modèle d'action</i>	<i>136</i>
5.5 <i>Conception et Implantation du modèle de Résultats.....</i>	<i>136</i>
5.6 <i>Analyse des résultats de l'étude et prise de décisions</i>	<i>138</i>
5.7 <i>ARIS, UML et le processus de modélisation d'un système</i>	<i>139</i>
6. CONCLUSION.....	139

1. Introduction

L'objectif de nos travaux est de proposer un environnement de modélisation permettant l'intégration des flux financiers dans les suites logicielles d'aide à la décision pour le Supply Chain Management. Cet environnement ne peut être créé et fonctionné que s'il a un mode d'emploi rédigé sous la forme d'une méthodologie de modélisation. Dès lors, l'objet principal de ce chapitre est de proposer une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision. Cette méthodologie doit permettre l'intégration des flux financiers dans son approche de modélisation. Les travaux méthodologiques réalisés sur les systèmes complexes par l'équipe Modélisation et Aide à la Décision du LIMOS vont être repris et étendus. En effet, la démarche ASCI (Analyse, Spécification Conception Implémentation) (Gourgand et Kellert, 1991) permet de concevoir une méthodologie de modélisation d'une classe de systèmes, le modèle générique de connaissance de cette classe, et de réaliser une bibliothèque (ou base) de composants logiciels qui est exploitée pour générer un modèle d'action (programme informatique) pour un système de la classe. Cette démarche a été construite à la suite de nombreuses études concernant la modélisation et l'évaluation des systèmes complexes comme les systèmes logistiques industriels, (Tchernev, 1997 ; Lacomme, 1998 ; Goujon, 1998 ; Grangeon, 2001 ; Boutevin, 2003 ; Cossard, 2004 ; Norre, 2005...) les systèmes de transport (Sarramia 2002), ou les systèmes hospitaliers (Combes, 1994).

Au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux outils, de nouveaux concepts, et de la mise en oeuvre de la méthodologie ASCI à un grand nombre de systèmes complexes et de domaines différents, la démarche en tant qu'objet de recherche a été enrichie. Ce chapitre propose de différencier la démarche ASCI des méthodologies produites par son instantiation sur un domaine de recherche. Nous proposons l'emploi du terme "composant méthodologique" en référence au domaine de l'interopérabilité logicielle (Selk *et al.*, 2006). Dans le cadre de l'interopérabilité, on a coutume de décomposer les éléments fonctionnels ou techniques en composants que l'on cherche à rendre le plus générique possible. C'est bien notre objectif ici : parvenir à proposer un "moule" qui rende possible la fabrication de méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision, sans préjuger du contenu de cette méthodologie de modélisation. Le composant méthodologique ASCI doit donc être un "moule", un patron, qui décrit ce que doit contenir une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision. Nous proposons d'introduire un positionnement épistémologique générique dans le composant méthodologique ASCI. Ce positionnement épistémologique générique a deux objectifs :

- le premier est de permettre à plusieurs chercheurs de domaines académiques différents travaillant avec ASCI sur un domaine donné de se mettre en accord sur la manière de produire des objets de recherche (par exemple généralisation d'applications et de modèles obtenus à partir d'un système ou au contraire proposition de modèles d'aide à la décision pour un domaine puis validation/réfutation sur un ou plusieurs système du domaine).

- le deuxième est de permettre de produire des objets de recherche qui soient interopérables (valides) suivant plusieurs domaines académiques.

La première partie de ce chapitre portera sur ce composant méthodologique, tandis que les parties suivantes traiteront de sa mise en œuvre pour produire une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision.

Cette méthodologie doit permettre de modéliser flux physiques et financiers et permettre la production de suites logicielles intégrant une dimension financière dans l'aide à la décision. Aussi, cette méthodologie que nous nommons méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels contient dans les phases d'analyse et de spécification une approche permettant d'évaluer tout système constitué de processus en étudiant les similarités entre le concept de transaction et celui de processus.

La première partie de ce chapitre présente le composant méthodologique ASCI. Nous proposons d'intégrer un positionnement épistémologique dans ce composant puis montrons que les méthodologies produites vont varier dans leur contenu suivant l'instanciation choisie pour le paradigme.

La deuxième partie de ce chapitre propose une instantiation du composant méthodologique pour permettre la production d'une méthodologie de modélisation qui rentre dans le cadre de notre problématique de conception de suites logicielles intégrant flux physiques et flux financiers dans l'aide à la décision. Nous montrons comment s'insère le positionnement retenu pour ce manuscrit dans le cadre du positionnement retenu pour la méthodologie de modélisation.

La troisième partie détaille la modélisation d'un domaine dans la méthodologie proposée. Les étapes d'analyse et de spécification permettent ainsi de construire, pour un domaine, le modèle de connaissance générique.

La dernière partie de ce chapitre s'intéresse à la modélisation d'un système du domaine.

La figure 75 propose une grille de lecture des apports de ce chapitre relativement aux domaines académiques dans lesquels nous souhaitons valider nos travaux.

Objectifs communs aux deux domaines académiques	
<p>Introduire dans ASCI une posture épistémologique générique pour permettre la production de méthodologies transdisciplinaires pour l'aide à la décision (Section 2)</p> <p>Définir ASCI comme un composant méthodologique « réutilisable » et multi-domaine (Section 2)</p> <p>Proposition d'une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels à partir d'ASCI (Section 3)</p> <p>Proposer une modélisation générique des processus qui prenne en compte explicitement le flux financier (Section 4)</p>	
Objectifs du chapitre pour les Sciences pour l'Ingénieur	Objectifs du chapitre pour les Sciences de Gestion
<p>Instancier le composant méthodologique ASCI pour concevoir une méthodologie pour les processus organisationnels (Section 3)</p> <p>Expliquer comment concevoir modèle de connaissance générique et bibliothèques de composants logiciels relativement à un domaine et à un problème, ainsi que les règles de passage de l'un à l'autre (Section 4)</p> <p>Proposer un « guide utilisateur » permettant la mise en œuvre du processus de modélisation sur un système du domaine pour l'analyse, la spécification, la conception et l'implantation d'outil logiciel d'aide à la décision intégrant flux financiers et flux physiques (Section 5)</p>	<p>Montrer le caractère transdisciplinaire de la méthodologie (initialement mono domaine) et valider l'approche dans le cadre des Sciences de Gestion (Sections 2 et 3)</p> <p>Justifier le positionnement post-positiviste de la méthodologie relativement à l'ensemble des travaux du manuscrit (Section 3)</p> <p>Implanter dans une modélisation processuelle la contrepartie financière (domaine des gestionnaires) de l'activité du flux physique (domaine du logisticien et de l'ingénieur) (Section 4)</p> <p>Intégrer dans la méthode une démarche explicitant comment implanter un tableau de bord pour un système du domaine (Section 5)</p>

Figure 75. Grille de lecture du chapitre

2. Le composant méthodologique ASCI pour concevoir une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision

L'objectif de cette section est de présenter de façon générale le composant méthodologique ASCI en dehors de toute application et de montrer ainsi les apports que nous proposons d'introduire par le positionnement épistémologique de l'expert en modélisation. Le contenu du composant méthodologique ASCI est tout d'abord traité dans un premier point. Dans un deuxième temps, nous détaillons les caractéristiques de l'objet "*paradigme*". Nous terminons cette section en montrant comment les différents paradigmes issus des Sciences de Gestion s'insèrent dans ASCI et justifient la nécessité d'une démarche de gestion différente du projet de recherche pour la capitalisation des savoirs et du savoir-faire dans le cadre de la modélisation de systèmes complexes.

2.1. Le composant méthodologique ASCI

La complexité des problèmes traités dans les organisations humaines suppose qu'informaticiens et gestionnaires puissent dialoguer, d'un point de vue académique comme dans l'entreprise, de manière à concevoir concepts, savoirs et savoir-faire pour l'aide à la décision. Le composant méthodologique ASCI constitue à cet effet un schéma directeur par lequel chacun arrive à travailler de manière individuelle comme collective dans le cadre d'un projet de recherche sur l'aide à la décision.

Nous définissons le composant méthodologique ASCI comme un méta-modèle méthodologique permettant de concevoir des objets de recherche pour l'aide à la décision. La mise en œuvre de ce méta-modèle par la sélection d'un positionnement épistémologique conjuguée avec une ou plusieurs méthodes et approches de modélisation permet de caractériser une méthodologie de modélisation. Suivant le positionnement choisi, (positionnement de type déductif,

positionnement de type inductif), plusieurs manières de générer savoir et savoir-faire vont apparaître : très schématiquement soient les chercheurs partent d'un système du domaine pour lequel ils conçoivent une brique applicative logicielle qu'ils essaient ensuite de généraliser, soient les chercheurs conçoivent, à partir de la littérature, un ensemble d'éléments généraux qu'ensuite ils mettent en œuvre sur un domaine puis valident sur un système de la classe.

L'introduction de la vue paradigme dans le composant méthodologique ASCI permet, suivant le positionnement choisi/subi par l'expert en modélisation, de décrire l'ordre et la manière d'organiser un projet de recherche dans le domaine de l'aide à la décision.

La figure 76 présente ainsi les différents éléments que doivent préciser les experts en modélisation. A partir du moment où un expert en modélisation décide de se référer au composant méthodologique ASCI, ce dernier doit se servir du composant pour définir une méthodologie de modélisation. A ce niveau d'abstraction, l'expert doit définir son positionnement, ainsi que les méthodes et approches de modélisation.

Suivant le positionnement choisi, soit les chercheurs partent d'un système réel, construisent un objet pour l'aide à la décision, le valident chemin faisant sur ce système et tirent des principes qu'il essaient de généraliser sur le domaine ; soit les chercheurs essaient d'identifier les "faiblesses" dans les objets de recherche existants pour l'aide à la décision dans la littérature et proposent un ensemble d'apports qu'ils valident ou réfutent par la mise en œuvre sur un ou plusieurs systèmes réels.

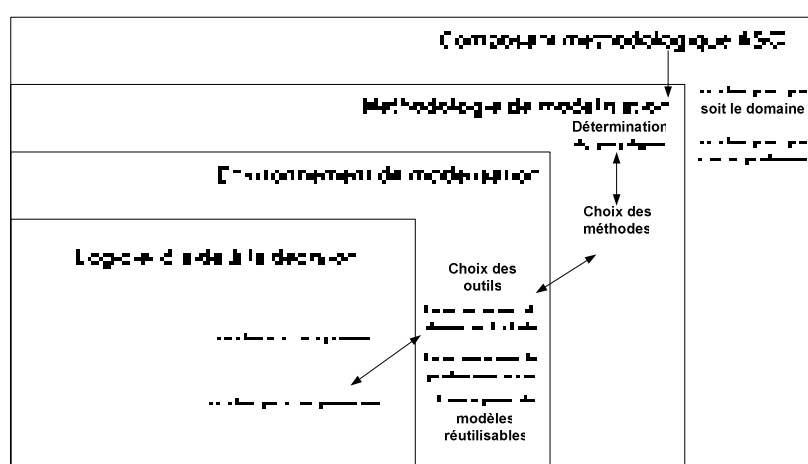


Figure 76. Du composant méthodologique ASCI au logiciel d'aide à la décision pour un système complexe.

Lors d'un projet de recherche, nous supposons que le composant méthodologique ASCI (Analyse, Spécification, Conception, et Implantation) issu des travaux de modélisation du LIMOS sur les systèmes complexes (Système de trafic urbain, système de production de biens et services, systèmes hospitaliers...) est utilisée par l'ensemble des équipes de recherche travaillant sur le projet de recherche. Ce composant est une trame qui permet à l'équipe de chercheurs, experts en modélisation, de positionner leurs travaux (travaux dédiés à un système donné, ou inversement travaux valides pour l'ensemble du domaine) et d'organiser d'un point de vue méthodologique un programme de recherche sur les modèles et outils d'aide à la décision pour le domaine étudié. La démarche ASCI propose une démarche générique (indépendante du domaine étudié) qui à l'aide d'un enchaînement de tâches permet de constituer le modèle générique de connaissance (obtenu pendant les étapes d'analyse et de spécification entre les similitudes entre les systèmes appartenant au domaine (Sarramia, 2002)) de cette classe de système et de réaliser la bibliothèque de composants logiciels pour une famille de problèmes pendant les phases de conception et d'implantation.

Le modèle de connaissance générique pour une classe de système (un domaine) se décompose en trois sous-systèmes :

- ♦ le sous-système physique (SSP) qui est constitué de l'infrastructure du système ;
- ♦ le sous-système logique (SSL) qui représente toutes les entités de flux (financiers, humains, matériels) ;
- ♦ le sous-système décisionnel (SSD) qui contient les règles de gestion et de pilotage des moyens physiques et agit sur le sous-système logique et le sous-système physique (règles de gestion, d'attribution des ressources, d'attribution des moyens de transport...) pour assurer la gestion et la maîtrise des processus afin de satisfaire les objectifs du système.

La figure 77 présente le composant méthodologique ASCI en intégrant le positionnement de recherche tenu par l'expert en modélisation, puisque suivant les domaines retenus l'acquisition et la capitalisation de la connaissance pour l'aide à la décision peuvent se réaliser de manière inductive, déductive, ou mixte.

La bibliothèque de composants et le modèle de connaissance générique sont ensuite exploités par exemple pour la construction d'un outil d'aide à la décision pour un système particulier de cette classe de systèmes. A partir de cette démarche méthodologique, la construction et l'exploitation du modèle de connaissance d'un système spécifique et de

modèles d'action (programmes informatiques dédiés au système) dans un contexte d'aide à la conception et à la décision, sont appelées processus de modélisation.

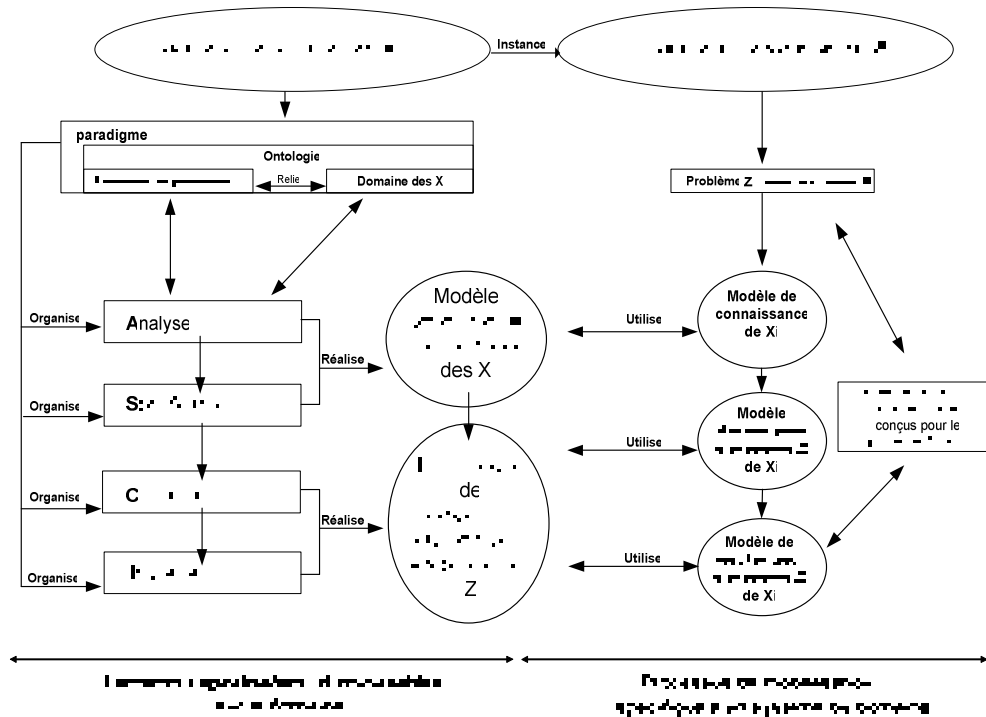


Figure 77. Le composant méthodologique ASCII.

L'utilisation du composant méthodologique ASCII demande aux experts en modélisation de s'affranchir (ce qui ne signifie pas oublier) du modèle canonique de (Le Moigne, 1977) plus connu sous le nom de OID classiquement utilisé dans le domaine des systèmes d'information. (Le Moigne, 1977) s'appuie sur une structuration du système en neuf niveaux de complexité croissante pour introduire un modèle canonique, articulé sur trois niveaux et désigné modèle OID (Opérant/Information/Décision) pour représenter un système :

- ♦ le système opérant transforme des intrants en extrants (sorties) en fonction d'une finalité donnée,
- ♦ le système de décision élabore des commandes (*décisions d'action*) en fonction d'informations de suivi,
- ♦ le système d'information acquiert, mémorise et transmet (sous forme symbolique) le comportement du système opérant au système de décision, les actions à réaliser par le système opérant définies par le système de décision.

La figure 78 présente le passage, pour une modélisation d'un système complexe à l'aide du modèle canonique OID à la décomposition systémique proposée par ASCII dans le cadre d'un modèle de connaissance d'un système.

La décomposition d'ASCII se prête également à une approche par processus en contexte d'aide à la décision que nous proposons dans le cadre des sections 3 et suivantes de ce chapitre. Rappelons au lecteur que notre objectif est de modéliser les flux pour apporter une aide à la décision, et non de modéliser le système d'information.

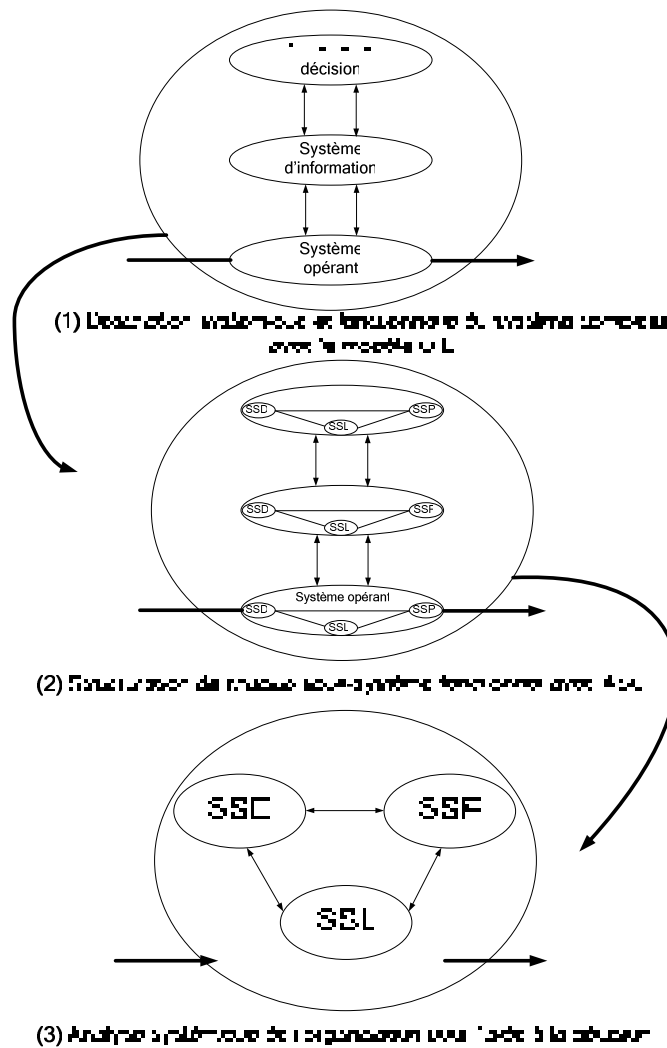


Figure 78. Passage du modèle OID au modèle de connaissance de ASCII.

Les principales productions scientifiques obtenues par l'utilisation de la méthodologie de modélisation portent, au premier abord, sur les éléments constituant le modèle de connaissance du domaine, réutilisable pour tout système du domaine, mais aussi sur les éléments constituant la bibliothèque de composants logiciels, réutilisable pour tout problème de même type sur le domaine. Constituent ainsi des objets de recherche dans ASCII les modèles de connaissance, la bibliothèque de composants logiciels constituée de modèles d'action réutilisables (en fait la bibliothèque de composants est constituée d'un ensemble d'objets de recherche, chaque modèle constituant par lui-même un objet de recherche), les systèmes d'information et d'aide à la décision produits pour un système du domaine (instanciation), mais également les méthodes utilisées pour produire ces savoirs (formalismes,...).

L'introduction du positionnement de recherche dans ASCII explique comment sont obtenus ces différents types de productions scientifiques et propose une organisation du processus de recherche différente suivant le paradigme retenu. Les paragraphes suivants montrent les caractéristiques de l'objet paradigme épistémologique ainsi que l'intégration de différentes postures issues des Sciences de Gestion dans ASCII pour la production d'objets de recherche.

2.2. Détails de la vue paradigme dans le composant méthodologique ASCII pour la production d'objets de recherche pour l'aide à la décision

Un paradigme, au sens de Kuhn (1983), constitue un modèle ou un schéma intellectuel, ou un cadre de référence dans lequel l'expert en modélisation peut inscrire son projet de recherche. Pour pouvoir dialoguer avec le terrain, ou avec d'autres chercheurs, et créer ou capitaliser des savoirs et savoirs faire, le chercheur doit définir un objet de recherche qui constitue l'essence d'un projet de recherche. (Allard-Poési et Maréchal, 1999) définit un projet de recherche comme un ensemble articulant des objets théoriques, empiriques ou méthodologiques qui crée ou découvre des objets de même nature permettant d'expliquer, prédire, comprendre ou changer la réalité. Suivant la nature de l'objet de recherche (Girod-Seville 1996), celui-ci revêt des significations différentes, et donc une posture épistémologique différente. La

figure 79 (Allard Poesi et Maréchal, 1999) explique ainsi la formulation du projet de recherche et de l'objet de recherche.

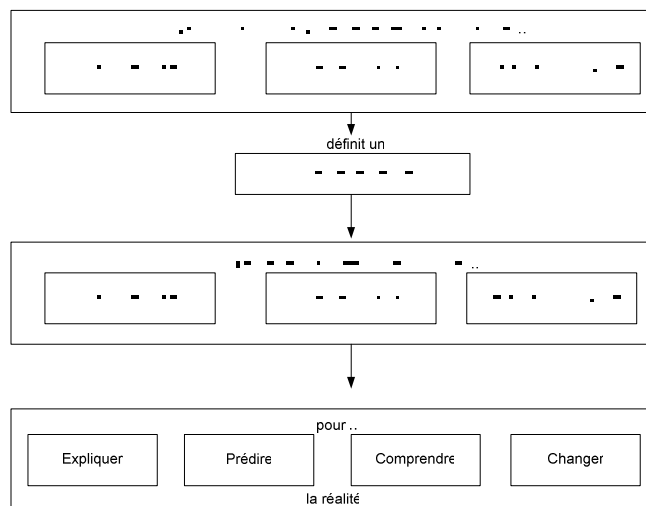


Figure 79. La formalisation du projet et l'objet de recherche.

Suivant l'objet de recherche et les buts poursuivis, l'expert en modélisation va ainsi positionner la démarche de son travail. A la suite d'une recherche sur les différentes postures épistémologiques possibles dans les sciences de l'organisation, (Tashakkori et Teddie, 1998) attribuent à un paradigme trois caractéristiques :

- ♦ une logique ; chaque paradigme s'articule autour d'une logique inductive, d'une logique déductive ou d'une logique mélangeant induction et déduction. (Evrard *et al.*, 1997) définit les caractéristiques de ces deux logiques en soulignant que c'est l'objet de recherche qui fixe le choix d'une logique déductive ou inductive. Selon (Bergadaà et Nyeck, 1992), une logique retenue dans un projet de recherche est caractérisée par sa méthode de raisonnement, son processus d'application et son processus de validation (*cf.* annexe 4).
- ♦ un système de valeur ou axiologie ; le point de vue de l'expert et sa manière d'aborder son domaine de recherche vont conditionner la représentation des objets de connaissance et les liens et interactions qu'il entretient avec. Aussi, selon la nature de la connaissance que vise l'expert en modélisation, et donc son objet de recherche, celui-ci aura une perception de la réalité ou système de valeur différente qui caractérisera son positionnement par rapport à son objet d'étude. Ainsi, le système de valeur de l'expert en modélisation sera caractérisé par la vision de la réalité, la vision de la connaissance et la vision de l'objet de recherche (Girod Séville et Perret 2002) (*cf.* annexe 4).
- ♦ une ontologie ; pour (Charlet, 2000), *une ontologie est l'ensemble des objets reconnus comme existant dans le domaine. Construire une ontologie c'est aussi décider de la manière d'être et d'exister des objets.* Charlet associe à cette définition celle de (Gruber, 1993) qui conçoit une ontologie comme une spécification explicite d'une conceptualisation. On peut alors compléter cette dernière définition de ce qu'est une ontologie en reprenant les spécifications de (Uschold *et al.*, 1996) pour le corpus d'une ontologie d'entreprise : *Une ontologie implique ou comprend une certaine vue du monde par rapport à un domaine donné.* Cette vue est souvent conçue comme un ensemble de concepts (e.g. entités, attributs, processus, leurs définitions et leurs interrelations). On appelle cela une conceptualisation [...]. Une ontologie peut prendre différentes formes mais elle inclura nécessairement un vocabulaire constitué de termes et une spécification de leur signification (*cf.* annexe 4).

Les attributs de chacun de ces éléments vont ainsi permettre de caractériser le paradigme retenu pour un projet de recherche dans le composant méthodologique ASCI. La figure 80 présente une formalisation des liens existants entre le projet de recherche, ses objets de recherche, les chercheurs et le paradigme retenu sous la forme d'un diagramme de classes UML.

Nous supposons que tout projet de recherche réalisé avec le composant méthodologique ASCI se réfère à un paradigme, que ce dernier soit explicité ou non.

Nous proposons également que pour pouvoir produire des objets de recherche dans le cadre d'un projet, les experts en modélisation doivent avoir la même posture épistémologique. Nous en déduisons ainsi que cette posture est contextuelle au projet de recherche, et non au chercheur, et suppose que ce dernier puisse adapter son positionnement relativement à son objet de recherche ou au projet de recherche dans lequel il est intégré.

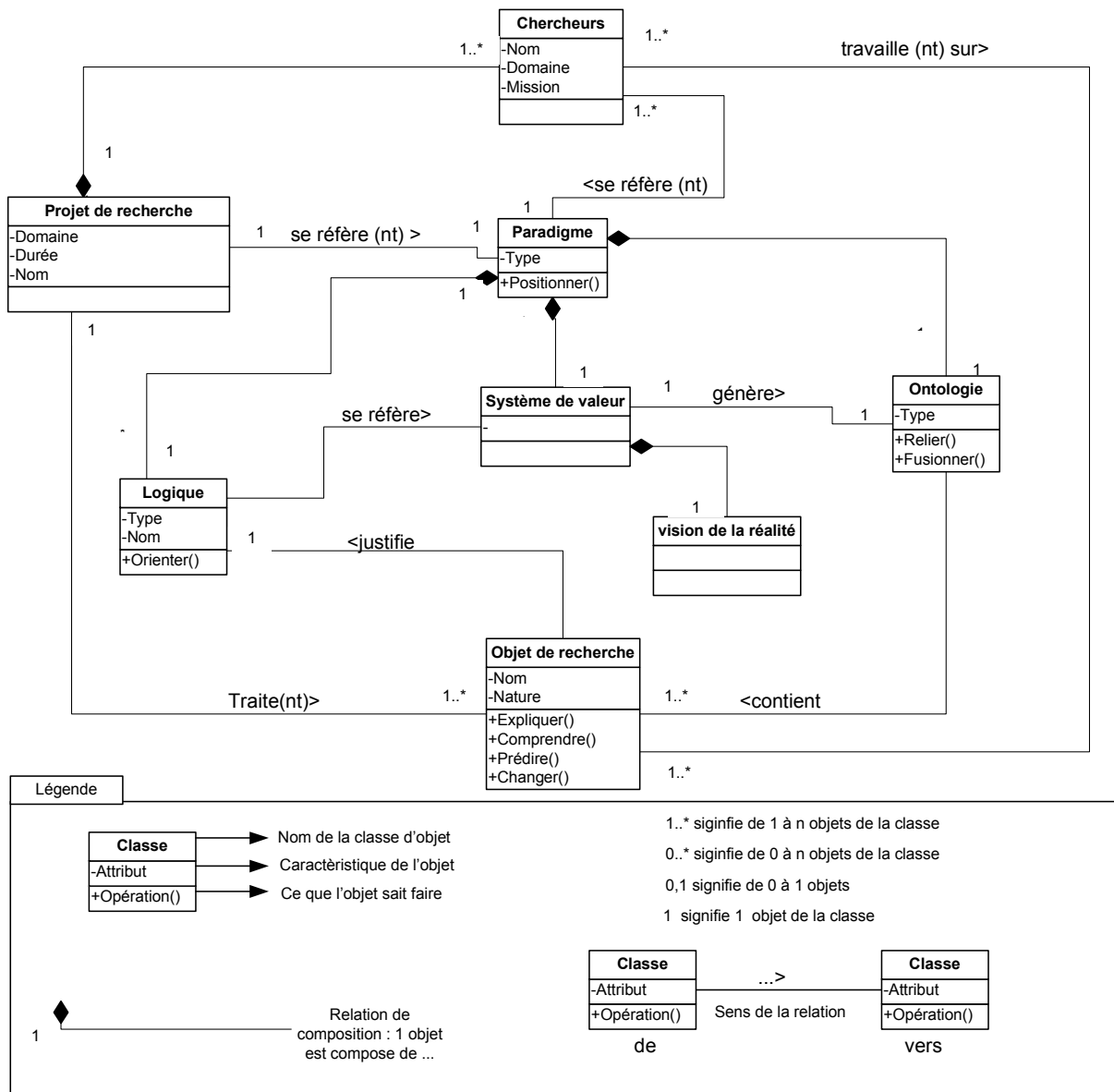


Figure 80. Les caractéristiques de l'objet paradigme dans un projet de recherche.

La formalisation des relations entre le projet de recherche réalisé avec ASCI, l'objet de recherche, et les chercheurs composants ce projet est caractérisée par le diagramme de classes UML de la figure 80. Le contenu de cette figure peut être expliqué de la manière suivante : un projet de recherche, composé de chercheurs, traite d'objets de recherche. Ces objets de recherche peuvent être de nature différente (théorique, empirique, méthodologique) et sont utilisés par les chercheurs pour produire d'autres objets. Ces objets de recherche justifient le paradigme du projet de recherche dans ASCI. Pour pouvoir collaborer, les chercheurs doivent avoir, relativement à un projet de recherche, un même positionnement épistémologique. Cela signifie qu'ils utilisent, dans le cadre de ce projet, le même processus de validation, le même processus d'acceptation, et le même mode de raisonnement pour produire et utiliser des objets de recherche.

Compte tenu des domaines dans lesquels nous effectuons nos travaux (Sciences de Gestion et Sciences pour l'Ingénieur), nous présentons le déroulement d'un projet de recherche avec ASCI suivant plusieurs paradigmes utilisables dans les deux domaines académiques.

2.3. Mise en œuvre du composant méthodologique ASCI suivant divers paradigmes utilisés en Sciences de Gestion

Pour capitaliser les savoirs, tout projet scientifique intégrant une dimension sociale nécessite un positionnement de l'expert en modélisation par rapport au domaine étudié. L'essentiel des processus d'entreprise est constitué par et pour des acteurs humains. L'utilisation d'ASCI pour l'évaluation de processus d'entreprise implique donc de manière

conceptuelle l'intégration de ce positionnement scientifique en amont de la méthodologie. Les classifications des paradigmes épistémologiques sont extrêmement variés en Sciences de Gestion (Cohen, 1997), et divers positionnements méthodologiques doivent être pris en considération lors de tout projet scientifique s'inscrivant partiellement ou totalement dans le domaine (Tashakkori et Teddie, 1998). Cette section ne cherche pas à décrire les différentes postures épistémologiques mais à montrer comment intégrer un positionnement issu des Sciences de Gestion dans ASCI pour permettre une collaboration transdisciplinaire dans le cadre d'une méthodologie de modélisation.

(Le Moigne, 1995) montre l'importance de deux paradigmes, positivistes et constructivistes qui sont principalement utilisés dans le champ disciplinaire. (Girod-Seville et Perret, 1999) proposent une définition de ces paradigmes : *dans le cadre du positivisme, le chercheur va découvrir les lois qui s'imposent aux acteurs.... Dans le cadre du constructivisme, il va contribuer à construire, avec les acteurs, la réalité sociale.*

Un autre type de paradigme, utilisé en logistique en contexte d'aide à la décision par (Morana, 2002) se situe entre les paradigmes positiviste et constructiviste. Il s'agit du paradigme pragmatique (Howe, 1988 ; Tashakkori et Teddie, 1998). Dans le cadre d'une organisation complexe, la conception d'un système d'aide à la décision peut rentrer, suivant la manière dont ce dernier est conçu dans les trois positionnements que nous venons d'énumérer :

- ♦ si les objets de recherche pour l'aide à la décision sont conçus en dehors de l'organisation, à partir d'une recherche sur la littérature, puis implantés, adaptés, testés et validés sur un système complexe, la démarche s'apparentera à une démarche positiviste ou post-positiviste ;
- ♦ si les objets de recherche pour l'aide à la décision sont construits pour une organisation complexe puis si ces briques applicatives sont ensuite généralisées, la démarche retenue par l'expert en modélisation sera de type constructiviste ;
- ♦ si l'expert en modélisation se situe entre les deux postures présentées ici, alors son positionnement sera qualifié de pragmatique.

La tableau 26 présente la démarche de création des savoirs et savoirs-faire à l'aide du composant méthodologique ASCI suivant les 3 paradigmes positiviste, constructiviste et pragmatique.

	Démarche de généralisation des objets de recherche dans ASCI		
	POST-POSITIVISTE	CONSTRUCTIVISTE	PRAGMATIQUE
Recherche	Recherche sur la littérature... littérature ..	Recherche sur le domaine... domaine	Recherche sur le domaine... domaine puis d'autres
Modélisation	Modélisation du domaine... domaine	Modélisation du domaine... domaine	Modélisation du domaine... domaine puis d'autres

Tableau 26. Démarche de généralisation des objets de recherche dans ASCI suivant le positionnement retenu.

Les déroulements d'un projet de recherche dans ASCI reprenant une posture positiviste, constructiviste, puis pragmatique seront successivement présentés.

2.3.1 Du Paradigme positiviste au paradigme post-positiviste et déroulement du projet de recherche avec le composant méthodologique ASCI

Depuis les années 60, et l'émergence de la logistique, de l'informatique et de la gestion comme disciplines scientifiques, le paradigme positiviste constitue leur courant principal de recherche. Fondée sur une approche rigoureuse, orientée vers le développement, la validation et l'application de théories, l'utilisation de ce paradigme produit des connaissances qui présentent des phénomènes observables et mesurables. Dans cette perspective, l'objet de recherche consiste en une interrogation des faits qui se traduit par la mise à l'épreuve des objets et hypothèses préalablement formulées. L'instance paradigme positiviste est détaillée dans le tableau 66 de l'annexe 5 de ce document.

L'utilisation d'une logique basée sur la déduction caractérise principalement le paradigme positiviste (Wacheux, 1996). Une vue moins tranchée du paradigme positiviste est proposée par Tashakkori et Teddie dans la définition d'un paradigme post-positiviste. Ce dernier atténue le caractère si tranché du paradigme positiviste au niveau de l'axiologie en admettant que les chercheurs peuvent contrôler "leur système de valeur". Le comportement des acteurs dans tout

système organisationnel est ainsi vu comme probabilisable, et se modifiant dans le temps. Raisonnement déductif, processus d'application, puis processus de validation s'enchaîneront dans ASCI dans le cadre d'une posture positiviste comme post-positiviste.

La figure 81 présente le processus de recherche dans ASCI utilisant une vue positiviste. L'enchaînement des cinq sous-processus conduit au terme le projet de recherche qui sera conclu par la validation ou la réfutation de propositions théoriques énoncées après l'analyse de l'existant. Ainsi, par exemple, l'impossibilité d'instancier le modèle de connaissance générique du domaine réfuterait la validité des objets de recherche créés.

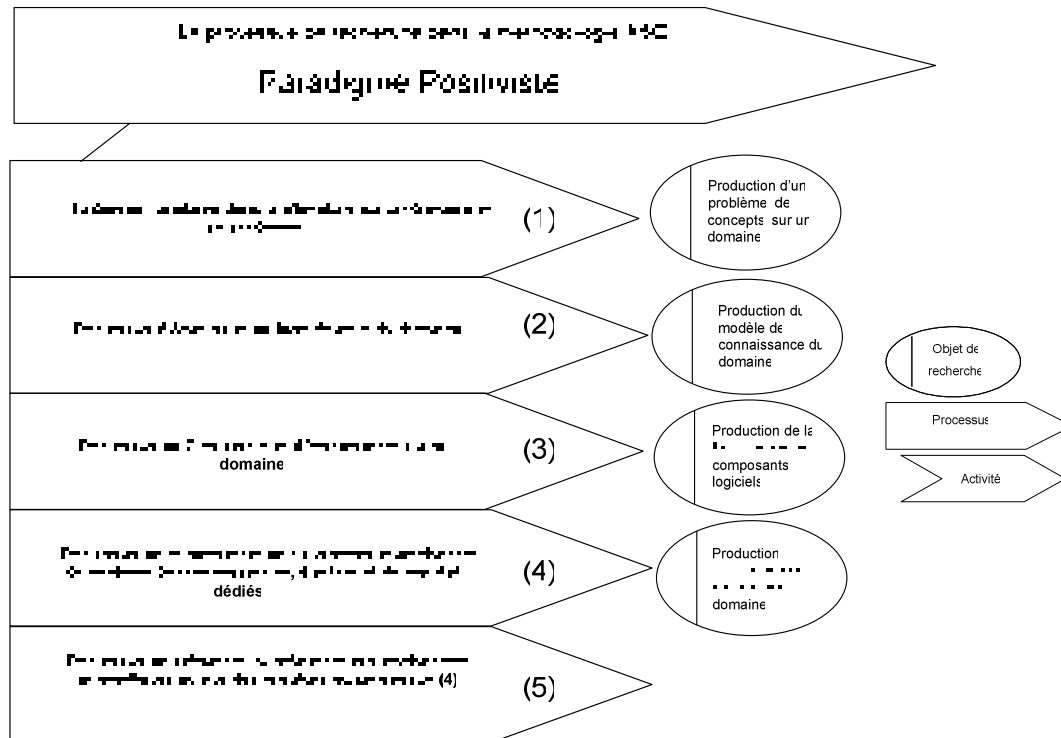


Figure 81. Processus de recherche dans ASCI et paradigme positiviste.

Les différents objets de recherche obtenus par l'utilisation d'ASCI avec un positionnement positiviste pour un domaine et pour une classe de problèmes sont créés de manière chronologique selon un ordre établi ; les principales productions scientifiques concernent des éléments réutilisables. Le projet de recherche pourrait ainsi être géré avec des jalons présentant les différentes étapes du processus de capitalisation des savoirs et savoir-faire.

La première partie du projet est consacrée à l'étude de la littérature et à l'observation des problèmes sur un domaine. À partir de cette étude, un problème décisionnel portant sur une classe de système est défini : un premier objet de recherche, constitué essentiellement à partir d'objets méthodologiques et conceptuels est ainsi produit.

Dans un deuxième temps, le processus d'analyse et de spécification du domaine conduit à la production du modèle de connaissance du domaine.

Le processus de conception et d'implantation permet la production de modèles analytiques, mathématiques et informatiques (par exemple de simulation) qui sont ensuite intégrés dans la bibliothèque de composants logiciels.

Le processus de modélisation d'un système du domaine permet de concevoir un outil d'aide à la décision pour un système du domaine.

Les résultats obtenus sur quelques systèmes du domaine constituent ainsi la phase de vérification/falsification de la méthodologie et montrent bien l'utilisation d'une démarche hypothético-déductive.

2.3.2. Paradigme constructiviste et déroulement du projet de recherche avec le composant méthodologique ASCI

Le paradigme constructiviste suppose que toute réalité est construite et est créée par le chercheur à partir et d'après sa propre expérience, dans le contexte d'action qui est le sien. Il ne serait donc pas possible d'avoir des observations indépendantes des observateurs qui les font. Concrètement, la dynamique du projet de recherche constructiviste se traduit méthodologiquement comme un processus de résolution de problèmes dont la mise en œuvre s'opère par la formulation de représentation (analogies) et ou d'outils opérationnels nouveaux. Au contraire de la démarche positiviste, l'objet de recherche, dans la démarche constructiviste, ne trouve sa forme définitive qu'à la fin du processus de recherche.

En Sciences de Gestion, pour (Girod-Seville et Perret, 1999), comme la recherche vise à produire des connaissances opératoires, utiles et pertinentes pour l'action, la transformation de la réalité se traduit par l'idée que l'objet de recherche doit à la fois combiner préoccupations théoriques du chercheur et problèmes pratiques organisationnels. L'expert en modélisation, qui fait partie de l'objet de recherche, a une vue subjective de son objet et cherche à construire une représentation ou un outil de gestion pour l'action.

Dans le paradigme constructiviste, la logique retenue consiste à généraliser à une classe d'objet ce que l'on a observé chez quelques individus. Cette logique est donc construite différemment de la logique déductive, et amène donc (Bergadaà et Nyeck, 1992) à vouloir revenir aux faits en faisant table rase a priori de toute théorie.

La procédure de validation est la confirmation croissante qui permet de déduire, après que plusieurs expériences similaires aient été menées sur des systèmes différents, que la loi est "vraie" (Carnap, 1953).

L'ontologie de ce positionnement est caractérisée par une fusion entre explication, concepts et domaine et il est très difficile, pour les experts en modélisation, de détacher et caractériser les différents éléments qui la constituent.

Le détail du paradigme constructiviste est présenté dans le tableau 67 de l'annexe 5 de ce document.

Aussi, l'utilisation d'un paradigme constructiviste dans ASCI suppose que l'expert en modélisation est acteur d'un système de la classe qui est modélisé. C'est à partir de l'expérimentation empirique par la mise en place expérimentale du processus de modélisation qui permet la construction de modèles de connaissance et d'action dédiés a priori à un système que vont émerger modèle de connaissance générique et les éléments permettant de constituer la bibliothèque de composants logiciels. L'instanciation sur d'autres systèmes de la classe des éléments de la bibliothèque de composants logiciels et du modèle de connaissance générique constituent une confirmation du caractère réutilisable des concepts et modèles construits. La figure 82 présente le déroulement d'un projet de recherche avec ASCI se référant à un paradigme constructiviste.

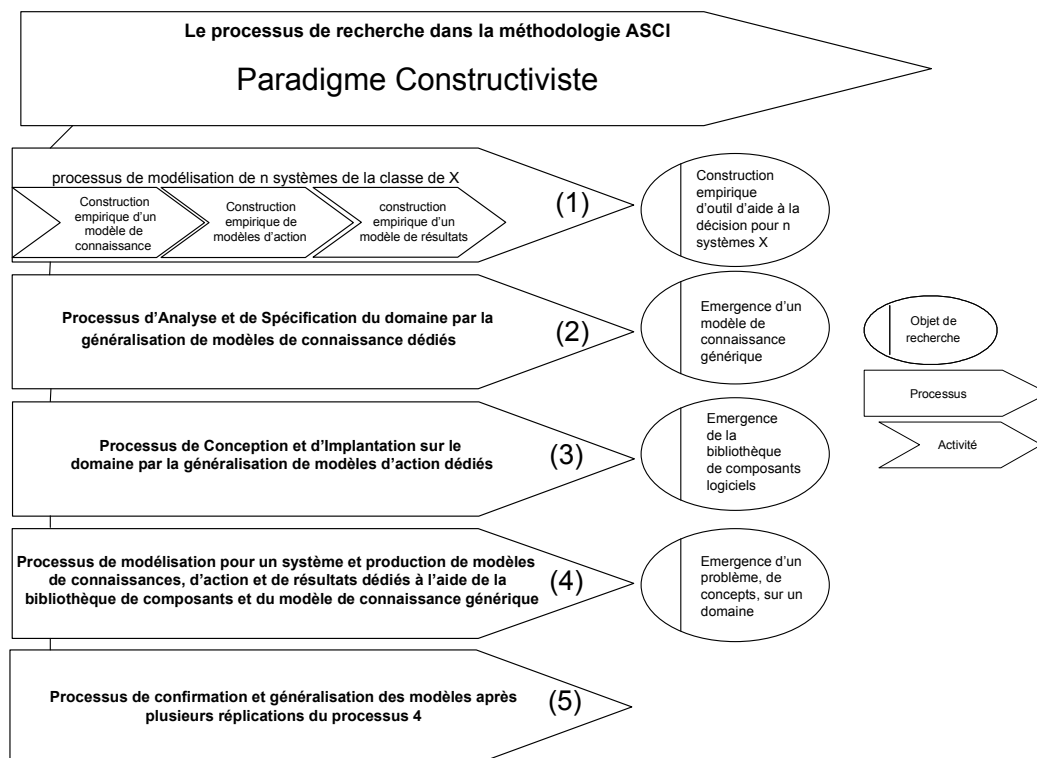


Figure 82. Processus de recherche dans ASCI et paradigme constructiviste.

2.3.3. Paradigme pragmatique et déroulement du projet de recherche avec ASCI

La coexistence de ces deux épistémologies tranchées (positiviste versus constructiviste), dont chacune génère des processus de production de connaissances différents permet d'envisager, suivant les projets de recherche, de "mixer" les différentes approches. Certains auteurs définissent des approches intermédiaires de type interprétativiste (Girod Seville et Perret, 1999). D'autres auteurs définissent le paradigme pragmatique (Howe, 1988) comme une posture intermédiaire entre positiviste et constructiviste. Le recours au paradigme pragmatique s'explique particulièrement pour trois raisons (Tashakkori et Teddie, 1998) :

- ♦ la variété des outils méthodologiques (quantitatifs comme qualitatifs) ;
- ♦ le développement rapide de nouvelles technologies logicielles ;
- ♦ un accroissement de la communication trans-disciplinaire qui invite à croiser plusieurs méthodologies et logiques.

L'instance du paradigme pragmatique est détaillée dans le tableau 26 de l'annexe 5.

Ainsi, dans le paradigme pragmatique, l'objet de recherche est vu comme étant en interaction avec le chercheur. Celui-ci cherche à formaliser cet objet par la construction et l'observation de phénomènes. La logique utilisée pour une recherche menée dans le cadre pragmatique se retrouve dans l'utilisation conjointe d'une logique inductive, d'une logique déductive, et/ou d'une logique inductive/déductive (Evrard et *al.*, 1997).

Le déroulement d'un projet de recherche dans ASCI utilisant un paradigme pragmatique permet de métisser observations et généralisations de concepts obtenus par la mise en place du processus de modélisation d'un système de la classe. La figure 83 présente le processus de recherche dans ASCI avec un positionnement pragmatique.

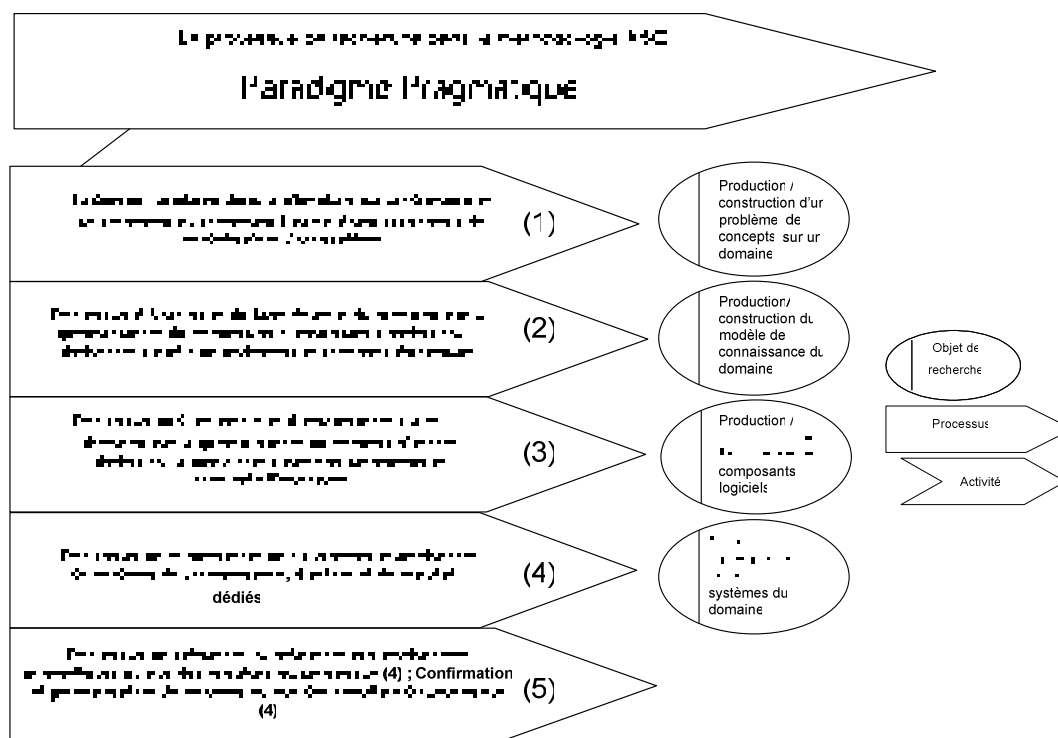


Figure 83. Processus de recherche dans ASCI et paradigme pragmatique.

Nous avons défini dans cette partie le composant méthodologique ASCI puis décrit son emploi suivant différents paradigmes. Nous avons également montré que ce composant méthodologique supportait différentes postures épistémologiques issues des Sciences de Gestion : à cet effet, nous avons déroulé un projet de recherche avec le composant méthodologique ASCI suivant les deux postures les plus opposées. Nous avons également montré que d'autres postures, utilisées en logistique pour la conception de système d'aide à la décision (*i.e* les tableaux de bords prospectifs (Morana, 2002)) pouvaient également supporter cette approche. Dans la suite du chapitre, nous détaillons une instance du composant méthodologique ASCI en proposant une méthodologie de modélisation nommée "Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels".

3. Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels

Dans l'étude du domaine effectuée au chapitre 1, nous avons montré qu'une Supply Chain était une coalition d'organisations autonomes coordonnées par un processus logistique intégré. Sachant qu'un processus est composé par un nombre fini d'activités, et que chaque activité, à un niveau de granularité plus fin, peut elle même être considérée comme un processus, l'évaluation d'un processus comme d'un ensemble de processus devient l'élément central pour évaluer la performance d'un système complexe.

L'état de l'art développé au chapitre 2 a montré les points importants concernant les problèmes d'évaluation, et les limites des méthodes et outils actuels. Ainsi, pour de nombreuses organisations humaines, la conception et l'implantation d'outils d'aide à la décision sera une des clefs pour la compétitivité. Compte tenu de la complexité des objets contenant des processus d'entreprise (entreprise, réseau d'entreprises, département d'entreprise...) et de leur dimension humaine et non mécaniste, la conception comme la construction d'objets de recherche pour l'aide à la décision nécessite, pour l'informaticien et pour l'ingénieur, d'intégrer dans le processus de modélisation des concepts d'autres domaines scientifiques et notamment des Sciences Humaines et Sociales.

Nous cherchons à mettre en place une méthodologie de modélisation pour l'évaluation des processus organisationnels. La mise en œuvre de cette méthodologie de modélisation sur le domaine de la Supply Chain nous permettra de proposer des solutions pour modéliser et évaluer son processus logistique. Cette méthodologie, basée sur une approche systémique et intégrant des outils d'analyse, de spécification, de modélisation et d'évaluation des performances, doit permettre l'élaboration d'un modèle descriptif de la structure et de fonctionnement du processus étudié et sa traduction dans un ou plusieurs modèles informatiques afin d'aider à son évaluation.

Nous proposons une méthodologie de modélisation construite à partir du composant méthodologique ASCI. Cette méthodologie doit, tout en permettant la collaboration d'experts en modélisation de domaines scientifiques différents, permettre de concevoir des objets de recherche intégrant les flux financiers pour l'aide à la décision sur les processus d'entreprise.

L'évaluation d'un système doit être réalisable aussi bien pour la conception, la configuration ou le pilotage de processus d'entreprise dans le cadre de l'aide à la décision stratégique, tactique ou opérationnelle.

La figure 84 présente l'instanciation du composant méthodologique ASCI pour produire cette méthodologie de modélisation. Ainsi, la partie de gauche présente la phase de modélisation du domaine tandis que la partie de droite présente le processus de modélisation d'un système du domaine

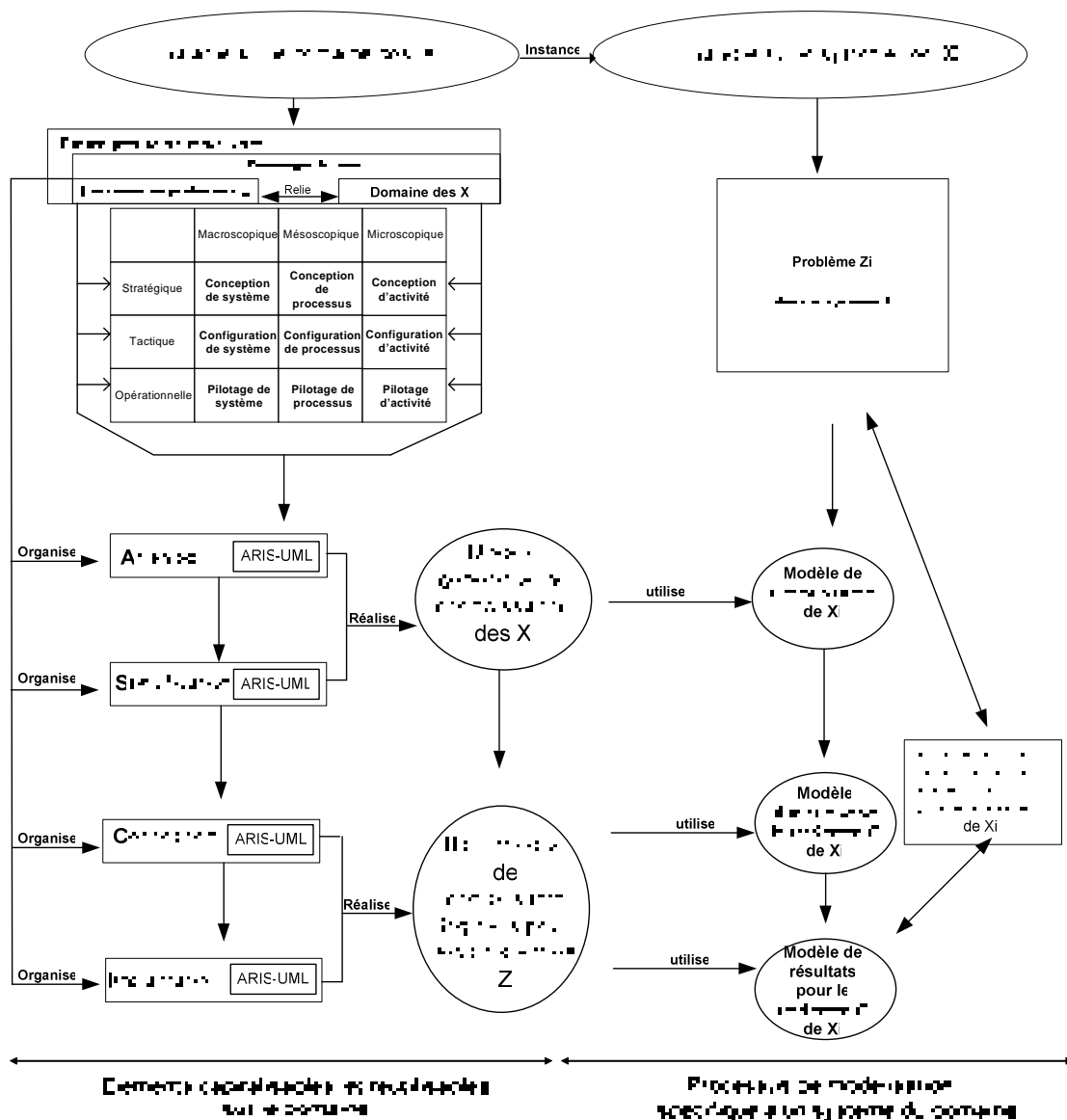


Figure 84. Instanciation du composant méthodologique ASCI pour la méthodologie par processus multiples et incrémentiels.

Nous avons précisé dans la section 2 de ce chapitre que pour caractériser une méthodologie de modélisation, il était nécessaire de définir l'approche et les méthodes de modélisation ainsi que le paradigme retenu dans le cadre du composant méthodologique. A ce niveau de la méthodologie, il apparaît clairement qu'un certain nombre de formalismes et de méthodes peuvent être utilisés.

Nous avons présenté dans le chapitre précédent un certain nombre de méthodes et d'outils de modélisation d'entreprise. Nous avons justifié à la fin du chapitre 2 l'emploi de la méthode ARIS avec le logiciel de modélisation associé (ARIS Tool Set) permet de modéliser le flux financier comme les autres flux. ARIS est un outil orienté modélisation des processus (Green *et al.*, 2000) et évaluation des processus (attributs de coût pour un processus) que nous proposons d'utiliser couplé avec une vue UML pour décrire le modèle conceptuel du domaine dans le cadre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels.

La méthodologie préconise la construction d'un modèle générique de connaissance qui intègre une vue processus pour le domaine étudié. Ce modèle générique de connaissance permet dès lors la réalisation d'une bibliothèque de composants logiciels pour le domaine étudié par l'intermédiaire de modèles de conception qui sont traduits en modèles d'implantation. La méthodologie se caractérise par l'utilisation à toutes les étapes, des langages de modélisation UML et d'ARIS, tant pour les étapes de modélisation que pour les étapes relatives au génie logiciel. L'utilisation des formalismes ARIS et UML facilite le contrôle et la validation des différentes étapes du processus de modélisation d'un système du domaine par les experts en modélisation et les acteurs du système modélisé. Le tableau 27 donne les cas d'utilisation des différents diagrammes dans la méthodologie, que ce soit pour la modélisation du domaine ou lors de la modélisation d'un système du domaine.

Diagramme	Analyse		Spécification		Conception		Implantation	
	Domaine	Système	Domaine	Système	Domaine	Système	Domaine	Système
Cas d'utilisation - UML	X	X						
Classe - UML	X	X	X	X	X	X		
Objet - UML			X	X	X			
Collaboration - UML			X	X			X	
Séquence - UML			X	X	X		X	
Etat-Transition - UML			X	X	X			
Activité - UML			X	X	X			
Déploiement - UML								
CPE (Processus) - ARIS	X	X	X	X	X			
Arbre de fonction - ARIS	X	X	X	X			X	
Organigramme - ARIS	X		X					
Y - ARIS			X	X				
Arbre de Coût - ARIS	X		X	X	X		X	
Cost driver - ARIS			X	X	X		X	
Chaîne de Plus-Value - ARIS	X	X	X	X			X	

Tableau 27. Cas d'utilisation des formalismes ARIS et UML dans la méthodologie de modélisation.

Le premier point de cette section définit l'approche par les processus multiples et incrémentiels que nous avons retenue et qui donne son nom à la méthodologie que nous proposons. Nous justifions dans un deuxième point le positionnement post-positiviste qu'impose aux chercheurs cette méthodologie de modélisation.

3.1 Approche de modélisation par processus multiples et incrémentiels

La méthodologie de modélisation doit permettre, quel que soit le type de problème et le niveau de modélisation, de fournir une approche pour permettre l'évaluation des performances du système dans son ensemble, comme d'un processus ou d'une activité pour tout problème stratégique, tactique, opérationnel.

L'approche de modélisation multiple et incrémentielle proposée par (Sarramia, 2002) permet de modéliser un système de manière hiérarchique, et de combiner modélisation macroscopique, mesoscopique et microscopique.

La modélisation d'un système complexe sous la forme de processus multiples et incrémentiels permet de concevoir un système d'évaluation de la performance unique pour une activité, un processus (ensemble d'activités) ou un système complexe (ensemble de processus organisationnels). Ainsi, un apport de la méthodologie de modélisation par les processus multiples et incrémentiels est de pouvoir spécifier un système constitué de processus et d'évaluer son fonctionnement quel que soit le type de problème traité (configuration, conception, pilotage), et le niveau de modélisation (macroscopique, mesoscopique et microscopique).

Pour chaque type de problème, l'expert en modélisation va ainsi proposer un ensemble d'outils et de méthodes permettant d'évaluer la création de valeur de chaque processus comme d'un ensemble de processus. Si on est capable d'évaluer la création de valeur financière de chaque processus, alors on est capable de fournir un agencement de ceux-ci permettant de créer un niveau de valeur financière satisfaisant voire optimal.

Nous caractérisons d'abord la notion de généricité pour un processus avant de présenter le caractère multiple et incrémentiel de l'approche par les processus que nous mettons en œuvre dans cette méthodologie.

3.1.1 Caractérisation d'un processus générique élémentaire

Nous considérons un processus (Lorino, 1995) *comme un ensemble d'activités reliées entre elles par des flux (...) significatifs et dont la combinaison permet d'obtenir un "output" important.*

Nous supposons que chaque activité d'un processus peut elle même constituer un processus et être modélisée comme telle, mais avec un niveau de granularité plus fin. Lorsque l'expert a défini le niveau de granularité correspondant à son problème, les activités constituant le processus deviennent des activités élémentaires. Ainsi, nous considérons qu'un processus est de type élémentaire lorsqu'il est constitué par un ensemble d'activités élémentaires (*i.e.* non décomposables compte tenu du niveau de granularité). L'assemblage de ces activités :

- ♦ est réalisée par un individu ou par un groupe à partir d'un panier d'inputs ou ressources générant le flux client ;
- ♦ fait appel à un savoir-faire spécifique ;
- ♦ fournit un output à un client interne ou externe au système complexe modélisé par les processus ;
- ♦ génère un flux monétaire quantifiable de manière homogène. Les entités de flux monétaire peuvent être réelles (lorsque le client du processus est externe au processus d'un point de vue légal) ou virtuelles (lorsque le client est interne d'un point de vue légal à l'entité modélisée par les processus). Lorsque la prestation est demandée ou rendue en interne, le mécanisme des prix de cession peut dès lors être utilisé.

Nous considérons que, pour un niveau de granularité donné le flux physique traité par chaque processus élémentaire générique entraîne la mise en oeuvre de 3 activités (figure 85). La première activité est de type "Demander une ressource" aux fournisseurs, la deuxième activité est de type "Traiter" ces ressources pour donner de la valeur au client du processus, la troisième activité est de type "Rendre un output" au client du processus. Ces trois activités sont indissociables l'une de l'autre. L'objectif des activités du flux client est de satisfaire le client du processus.

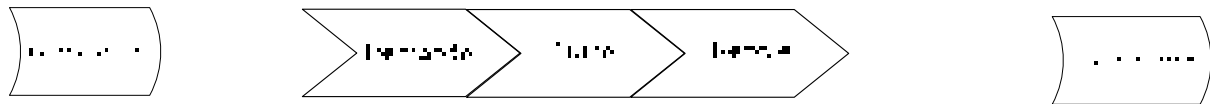


Figure 85. Les activités du flux client d'un processus élémentaire.

Nous considérons que les unités de flux monétaire sont constituées de toutes les unités de flux libellées en unité monétaire. La différence entre les inputs monétaires créés par un processus et les outputs monétaires consommés par un processus donne la création de valeur monétaire que ce dernier a réalisée. Nous considérons que le flux monétaire est la contrepartie réelle ou virtuelle du flux physique. Ce flux monétaire est constitué de trois activités : recevoir les inputs monétaires des clients du processus, traiter le flux (évaluer, prévoir, allouer les entités de flux monétaire), et payer le flux monétaire aux fournisseurs du processus. L'objet du système d'évaluation de la performance d'un processus est ainsi de révéler la performance du flux physique en traduisant cette dernière en élément du flux monétaire lorsque le processus est interne à l'entité modélisée. Lorsque clients et fournisseurs du processus sont externes à l'entité modélisée sous forme de processus, alors le flux monétaire est équivalent au flux d'encaisse (cash flow généré par le processus qui modélise en fait une entreprise). La figure 86 représente les différentes activités élémentaires du flux monétaire. L'objectif du flux monétaire est de satisfaire les propriétaires du processus.

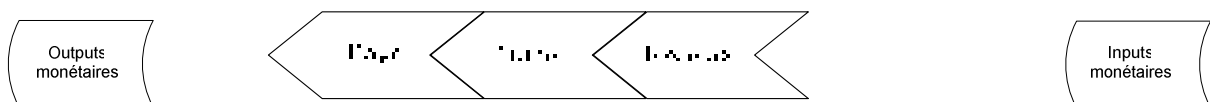


Figure 86. Les activités du flux monétaire d'un processus élémentaire.

Un processus est ainsi constitué par l'assemblage des activités constituant le flux physique et des activités constituant le flux monétaire. Un des rôles du système d'évaluation de la performance est ainsi de révéler ce flux monétaire qui traverse tout processus mais dont la formation n'est pas forcément constatée ou expliquée. La différence entre la valeur monétaire payée (réellement ou virtuellement) par le client du processus et la valeur rendue (réellement ou virtuellement) aux fournisseurs de ce processus constitue la valeur monétaire créée par le processus. La figure 87 donne

une représentation d'un processus organisationnel élémentaire. Très simplement, l'objectif d'un processus élémentaire est de satisfaire ses clients tout en créant le maximum de valeur monétaire.

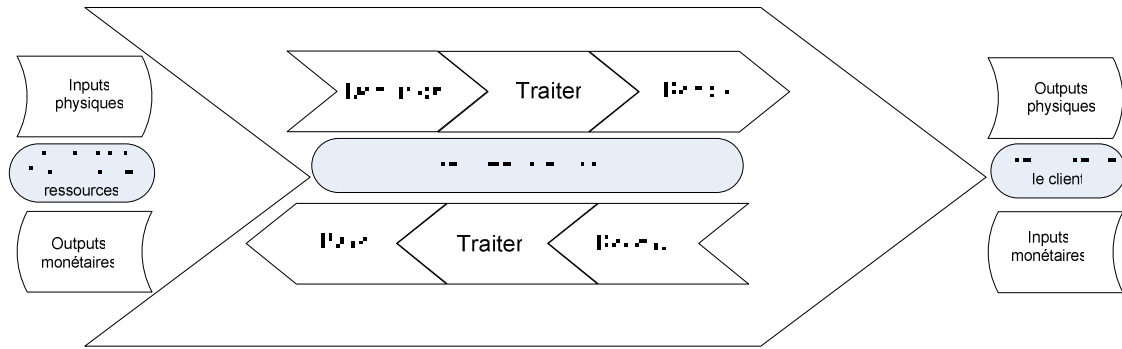


Figure 87. Un processus élémentaire.

3.1.2. Un Processus multiple et incrémentiel (Pmi)

Une modélisation multiple et incrémentielle se focalise sur la dimension horizontale et sur la dimension verticale du système complexe à modéliser. La dimension horizontale permet de construire le modèle d'un système par combinaison d'entités décrites au même niveau d'abstraction, tandis que la dimension verticale concerne la décomposition de certaines entités en une ou plusieurs entités d'abstraction plus faible (une modélisation de moins en moins abstraite signifie l'augmentation du niveau de détail). Ainsi, une entité à un niveau d'abstraction N peut être décomposée en une ou plusieurs entités d'abstraction N-1. La modélisation est ainsi multiple (plusieurs entités au même niveau d'abstraction) et incrémentielle (chaque entité contient une décomposition en plusieurs entités d'abstraction plus faibles).

Ainsi nous définissons un processus multiple et incrémentiel (Pmi) comme un processus décomposable de manière verticale en un nombre fini de Pmi sur un nombre fini de niveaux d'abstraction et associable de manière horizontale avec un nombre fini de Pmi de même niveau d'abstraction (figure 88).

De plus, un Pmi est à chaque niveau d'abstraction décomposable en un nombre fini de processus élémentaires.

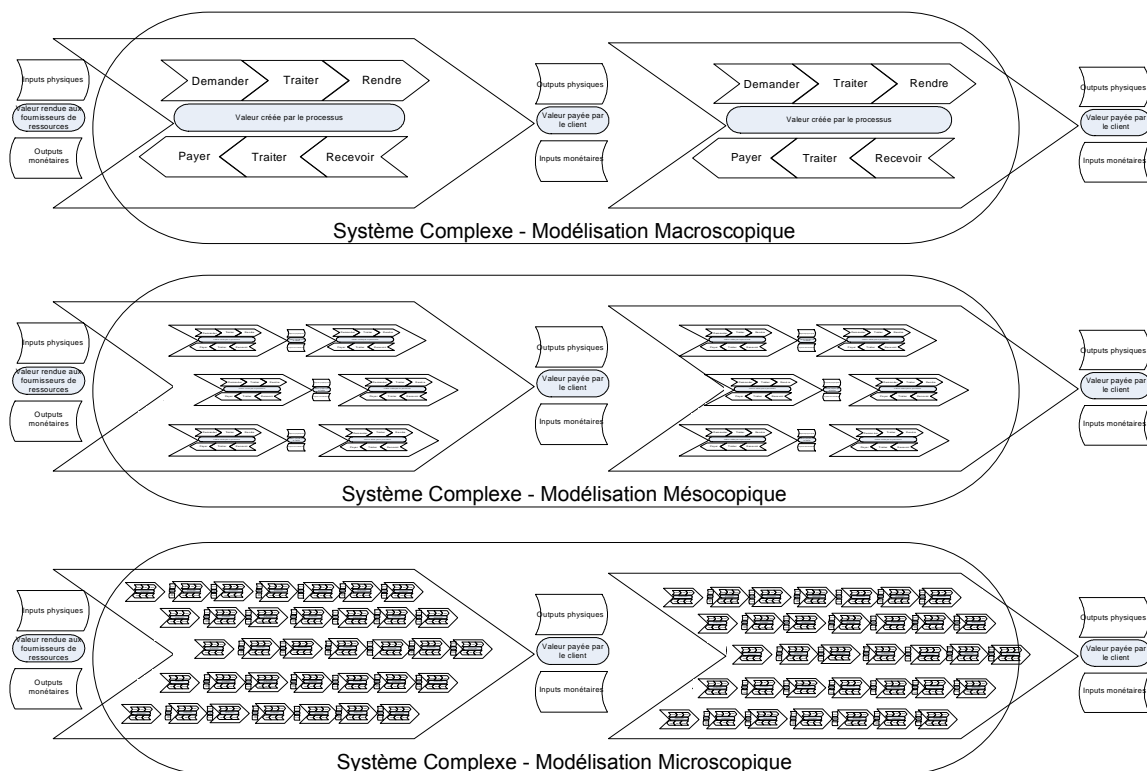


Figure 88. Décomposition horizontale et verticale d'un système complexe constitué de processus multiples et incrémentiels.

Ainsi, quel que soit le type de problème et le niveau de modélisation, l'approche par les processus permet d'encapsuler les différents problèmes par agrégation / désagrégation de processus et permet de caractériser d'une manière identique le système d'évaluation de performance : pour un processus, quel que soit son niveau, la structure de

son système d'évaluation de performance sera identique. Que l'on ait un processus, ou un nombre fini de processus, leur évaluation sera construite d'une manière identique.

3.2 Le positionnement retenu pour la méthodologie par processus multiples et incrémentiels

Le positionnement épistémologique retenu dans le cadre de l'utilisation de cette méthodologie est post-positiviste. Trois raisons expliquent ce positionnement (les deux premières sont contextuelles mais sont beaucoup moins importantes que la dernière) :

- ♦ la première raison concerne la production de la méthodologie en tant qu'objet de recherche. En effet, c'est la première fois qu'une posture épistémologique est implantée dans une méthodologie de modélisation issue du composant méthodologique ASCI. Les productions scientifiques réalisées précédemment avec ASCI supposaient une posture positiviste ou post-positiviste. Dès lors, il nous a paru plus facile pour permettre qu'une collaboration sur des projets d'aide à la décision en contexte pluridisciplinaire s'établisse, de proposer le positionnement traditionnel des travaux réalisés avec ASCI dans le cadre de cette première instantiation du paradigme générique (figure 89).
- ♦ la deuxième raison concerne les chercheurs avec qui nous voulons collaborer à l'aide de cette méthodologie qui utilisent de manière "spontanée" ce positionnement.
- ♦ la troisième raison concerne la nature des objets de recherche que nous proposons de réaliser : il s'agit d'objets de recherche pour l'aide à la décision et nous considérons que cette méthodologie ne peut être utilisée que par des chercheurs qui ne font pas partis de l'organisation pour laquelle des processus seront évalués.

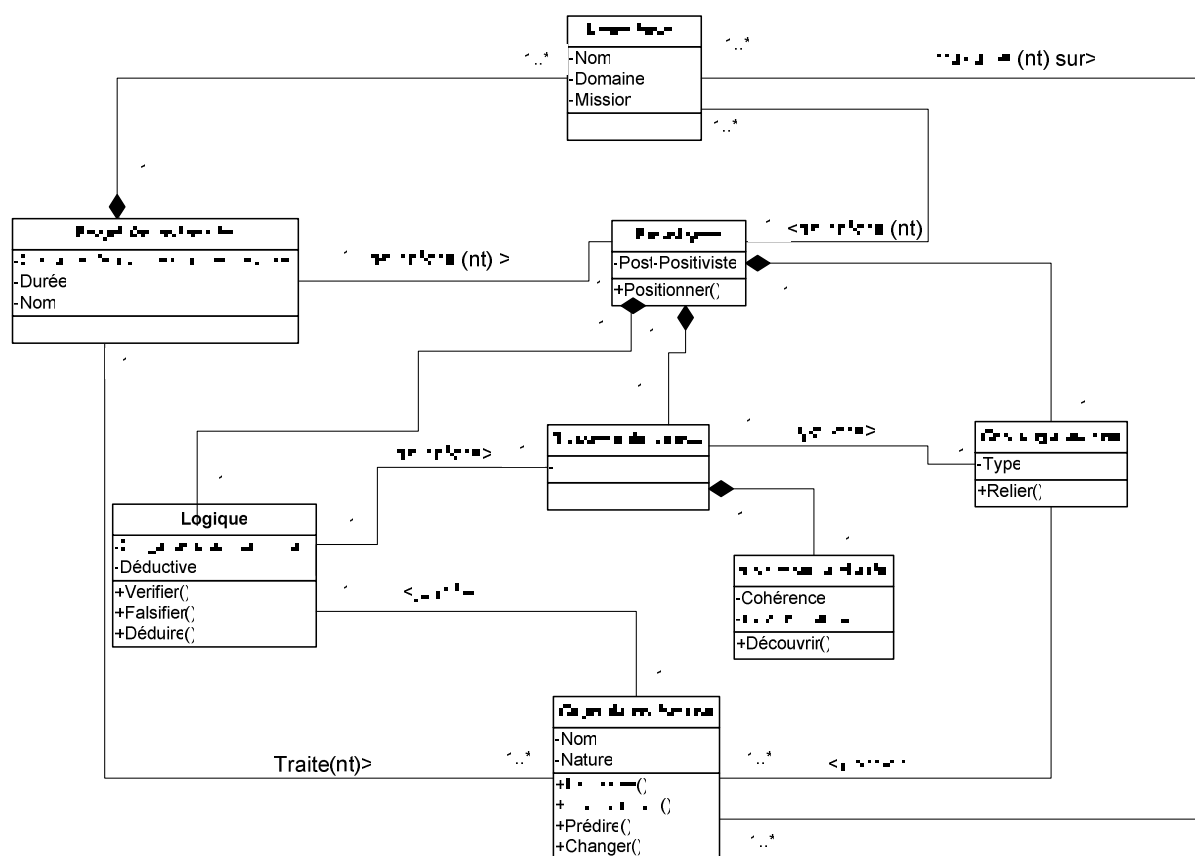


Figure 89. Une instance du paradigme générique dans le cadre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels.

Le positionnement méthodologique post-positiviste nous conduit à supposer que le comportement des acteurs des systèmes modélisés dans le cadre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels est probabiliste ou tout du moins probabilisable.

Nous décrivons dans la section suivante la mise en œuvre du composant méthodologique ASCI pour la modélisation d'un domaine dans la méthodologie de modélisation. La dernière section de ce chapitre présentera le contenu du processus de modélisation d'un système de la classe.

4. La modélisation du domaine

La modélisation du domaine de systèmes constitués de processus multiples et incrémentiels doit permettre de :

- ◆ Déterminer les objectifs et problèmes que la méthodologie de modélisation se propose de résoudre sur la classe de système ;
- ◆ Construire un modèle de connaissance générique orienté objet pour le domaine ;
- ◆ Assurer la réutilisation et l'adaptation du modèle de connaissance ;
- ◆ Prévoir l'utilisation de plusieurs méthodes de spécification pour faciliter l'analyse des différents processus du domaine ;
- ◆ Spécifier la dérivation du modèle de simulation depuis le modèle de connaissance ;
- ◆ Proposer une approche par les processus permettant une évaluation de tout système complexe constitué de processus d'entreprise ;
- ◆ Faciliter la définition d'interfaces permettant le couplage des modèles de simulation avec les autres méthodes d'aide à la décision.

Aussi, cette section est structurée de la manière suivante : dans un premier paragraphe, nous présentons l'approche retenue pour classer un problème sur un domaine ; dans un deuxième paragraphe, nous présentons la construction du modèle générique de connaissance, dans un troisième paragraphe nous présentons comment déduire systématiquement de ce modèle descriptif un modèle informatique permettant l'évaluation des processus. Dans un quatrième paragraphe nous présentons l'approche permettant d'évaluer de manière générique tout processus.

4.1. Méthode d'analyse et de spécification pour la construction du modèle générique de connaissance

Deux approches peuvent être utilisées pour l'analyse et la spécification d'un modèle de connaissance : l'approche transaction et l'approche station. Nous montrons l'intérêt d'une approche transaction et les similarités qu'elle présente avec une approche par les processus dans un premier paragraphe. Comme l'approche station facilite l'utilisation de cette connaissance en vue de construire un modèle de simulation exploitable sur le domaine, (Gourgand et Kellert 1991), nous montrons l'intérêt de passer de l'approche transaction à l'approche station dans un deuxième paragraphe.

4.1.1 Similarité et complémentarité entre l'approche par les processus et l'approche transaction

Lors de la spécification d'un système, les éléments de flux qui traversent un système pour être traités sont nommés transactions. Ainsi, dans un système industriel de production, les transactions sont les composants, les matières premières, les produits semi-ouvrés. Dans un système de production de service, les clients sont eux même des transactions (par exemple, le patient dans un système hospitalier).

Nous avons montré au paragraphe précédent qu'un processus élémentaire est composé d'un ensemble d'activités qui sont indécomposables. Le passage d'une entité de flux dans un processus élémentaire est appelée "traitement". C'est cette consommation de processus élémentaire, le traitement, qui entraîne la contrepartie monétaire pour chaque entité de flux physique traversant le processus élémentaire.

Un traitement ne peut être effectué que si une ressource active est affectée à la transaction. On considère trois types d'activités : la demande d'une ressource, le rendu d'une ressource et le service élémentaire qui consiste à exploiter la ressource active qui supporte la transaction. Ces trois activités correspondent aux activités d'un processus élémentaire.

Une activité peut ainsi être instantanée, avoir une durée constante connue ou une durée aléatoire, mais de loi connue. Une activité peut même avoir une durée inconnue a priori si cette durée dépend de l'état du système. Ainsi, l'approche transaction consiste à spécifier le fonctionnement du système en donnant :

- ◆ le parcours des différents types de transactions à travers le système, en indiquant, pour chaque type, les différents processus à visiter ;
- ◆ la description de chaque processus élémentaire réalisée sur une ressource active en spécifiant la composition de ce processus sous forme d'activités élémentaires et, si elles sont connues, les durées des activités.

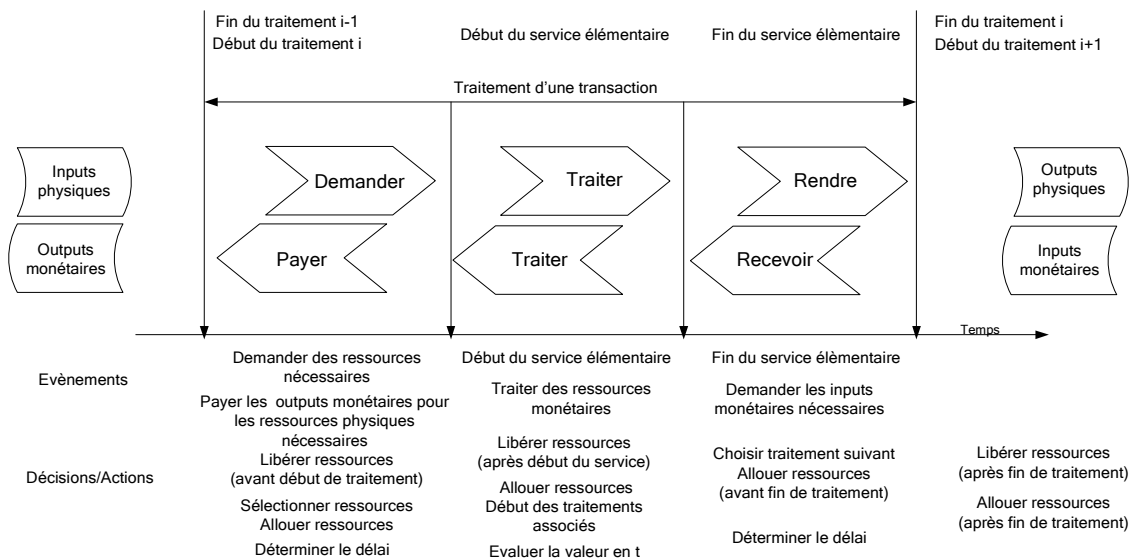


Figure 92. Les unités de flux traversant un processus : représentation graphique d'un traitement global.

4.1.2 Passage de l'approche transaction à l'approche station

Les critères de performance d'un système sont calculés à partir de la prise en compte de chacune des différentes ressources sollicitées par les transactions physiques. Leur contrepartie monétaire, en tenant compte de la description des traitements, est déduite du modèle de connaissance. La performance globale d'un système est donc déduite de celle des ressources actives qui le composent, et qui traitent sa charge. Pour mettre en œuvre le calcul des critères de performance, l'approche station s'avère particulièrement adaptée.

En effet, dans l'approche station, l'expert en modélisation décrit dans le formalisme de son choix le fonctionnement de chaque ressource active du système et sa contrepartie monétaire. Les relations qui lient les ressources actives aux diverses entités passives qui les visitent sont définies. Ainsi, parmi les entités passives, on peut distinguer les composants (qui sont transformés) des ressources passives qui ne subissent pas de transformation (palettes, outils...). Si cette approche peut être déduite de l'approche transaction, la réciproque est fautive.

Le potentiel d'utilisation du modèle de connaissance est grand car il ne se restreint pas forcément à une étude d'évaluation de performance :

- ♦ en effet, l'approche transaction du modèle de connaissance peut être réutilisée dans le cadre de reengineering des processus ;
- ♦ ce modèle de connaissance peut aussi servir à spécifier une base de données s'il contient, bien sûr, les informations pertinentes concernant cette base (Tchernev, 1997).

Pour pouvoir être utilisé sur le domaine, le modèle de connaissance doit être valide.

Il est extrêmement difficile de donner des règles générales concernant le passage de l'approche transaction à l'approche station. Ceci dépend du formalisme utilisé pour la construction du modèle d'action, ainsi que de la méthode envisagée pour sa résolution. Néanmoins, les techniques possibles pour implanter ce passage font appel à l'utilisation :

- ♦ de différents types de flux et de classes d'entités ;
- ♦ de structures de données ;
- ♦ de procédures d'agrégation des données ;
- ♦ des attributs des entités qui traversent le système.

Schématiquement, une approche transaction correspond au modèle de connaissance, tandis qu'une approche station correspond au modèle d'action.

4.1.3 Le modèle de connaissance générique

L'étape d'analyse et de spécification préconise une décomposition systémique pour la structuration de modèle de connaissance générique du domaine en trois sous-systèmes que nous avons déjà décrit précédemment : le sous-système logique (SSL), le sous-système physique (SSP) et le sous-système décisionnel (SSD). Nous préconisons d'utiliser le langage de formalisation UML (CS 2000) et ARIS. Un modèle de chaque sous-système est réalisé, leurs communications sont décrites. Les sous-systèmes sont représentés à l'aide de diagrammes de classes avec ARIS et UML.

Le modèle générique de connaissance, et donc les sous-systèmes vont ainsi présenter une hiérarchie d'agrégation et une hiérarchie d'héritage (figure 93).

La hiérarchie d'agrégation favorise une construction incrémentielle puisqu'elle permet une décomposition du sous-système en sous-ensembles, les sous-ensembles apportant des précisions au niveau structurel comme fonctionnel (Sarramia, 2002). Le diagramme de classe d'un domaine sera instancié de manière incrémentielle en utilisant l'ordre croissant ou décroissant des niveaux, utilisable particulièrement pour le SSP (structure topologique du réseau) ou le SSL. La hiérarchie d'héritage exprime la variété dans les composants du système, qui par exemple à un processus décisionnel dans lequel les activités de décisions se répartissent entre des entités de différents niveaux. Les processus d'un système complexe peuvent aussi être représentés de cette manière (figure 94).

Les diagrammes UML capturent les aspects statiques et dynamiques et les traitements temporels tandis que les diagrammes ARIS (essentiellement à l'aide des chaînes de processus événementiels et des chaînes de plus-value ou chaînes de valeur dans la terminologie ARIS) capturent les aspects multiples et incrémentiels des processus (figure 95, figure 96).

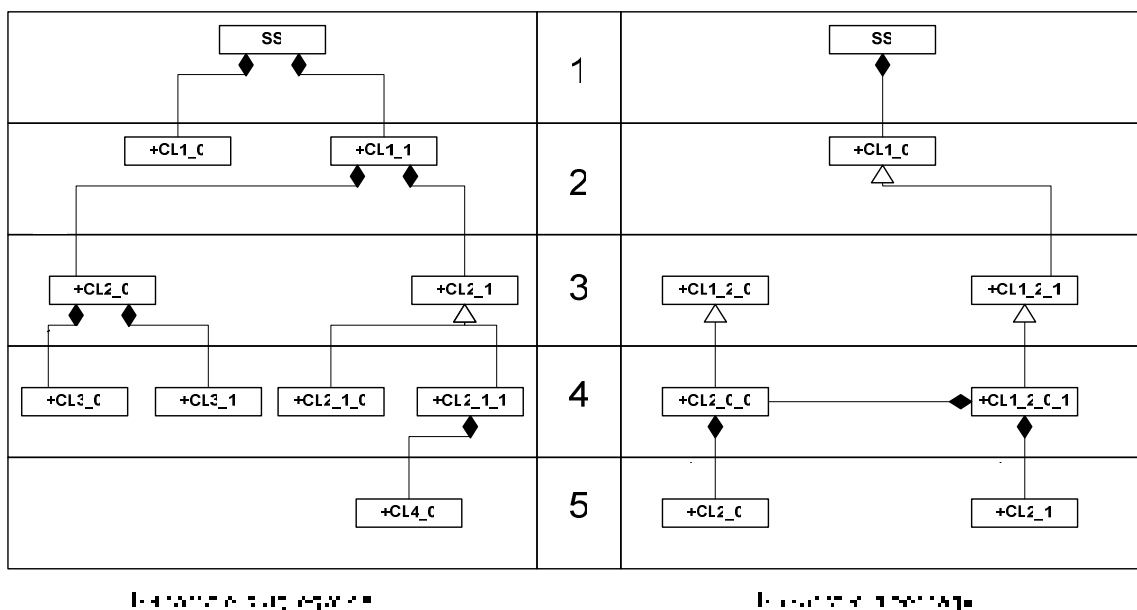


Figure 93. Hiérarchie d'agrégation, hiérarchie d'héritage et niveau de modélisation dans le modèle de connaissance.

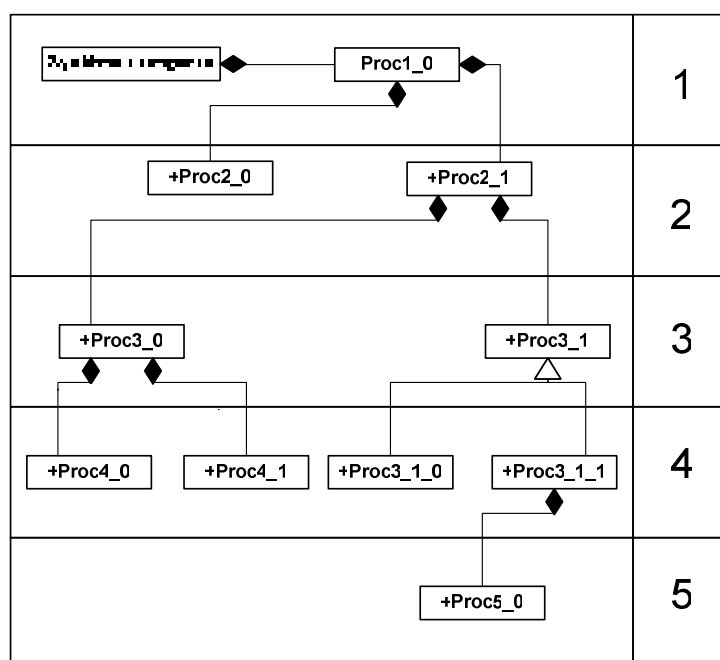


Figure 94. Hiérarchie d'agrégation de processus multiples et incrémentiels et niveau de modélisation.

Les entités du modèle de connaissance du SSP, SSD, SSP, combinées dans une vue par processus multiples et incrémentiels à l'aide des Chaîne de valeur de ARIS et des chaînes de processus événementielles apportent une aide dans les phases de conception et d'implantation. La figure 95 donne ainsi une représentation macroscopique et agrégée des processus d'un système complexe, tandis que la figure 96 présente à l'aide de CPE qui incluent conceptuellement d'autre CPE une vue par processus multiples et incrémentiels des éléments de flux traversant un système complexe et permettent ainsi un agencement des processus.

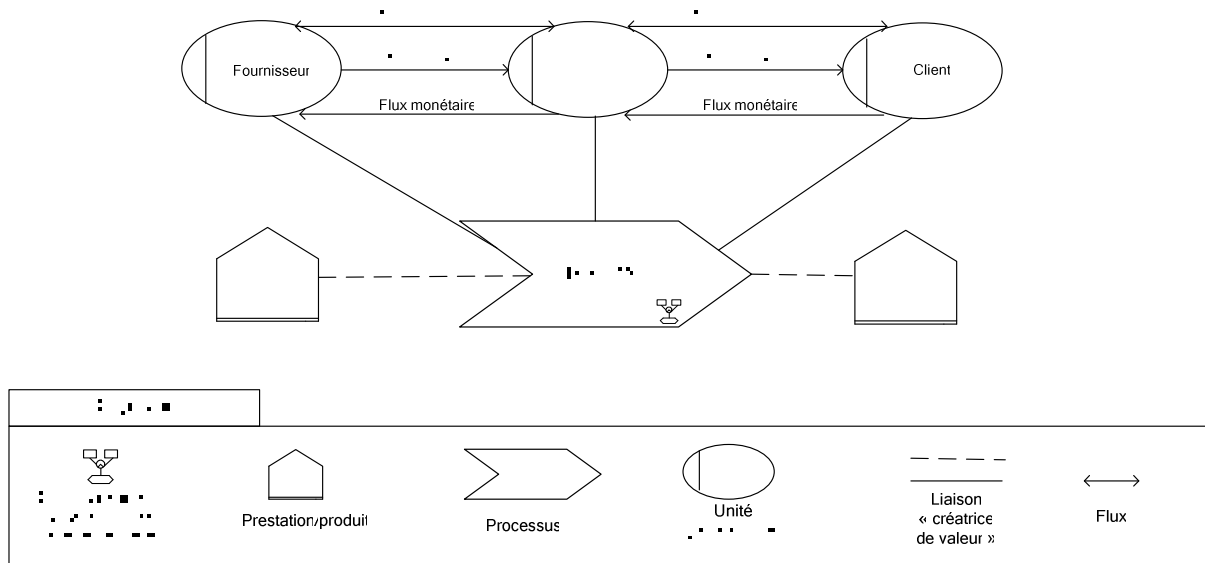


Figure 95. Chaîne de valeur pour la représentation d'un processus multiple et incrémentiel avec ARIS.

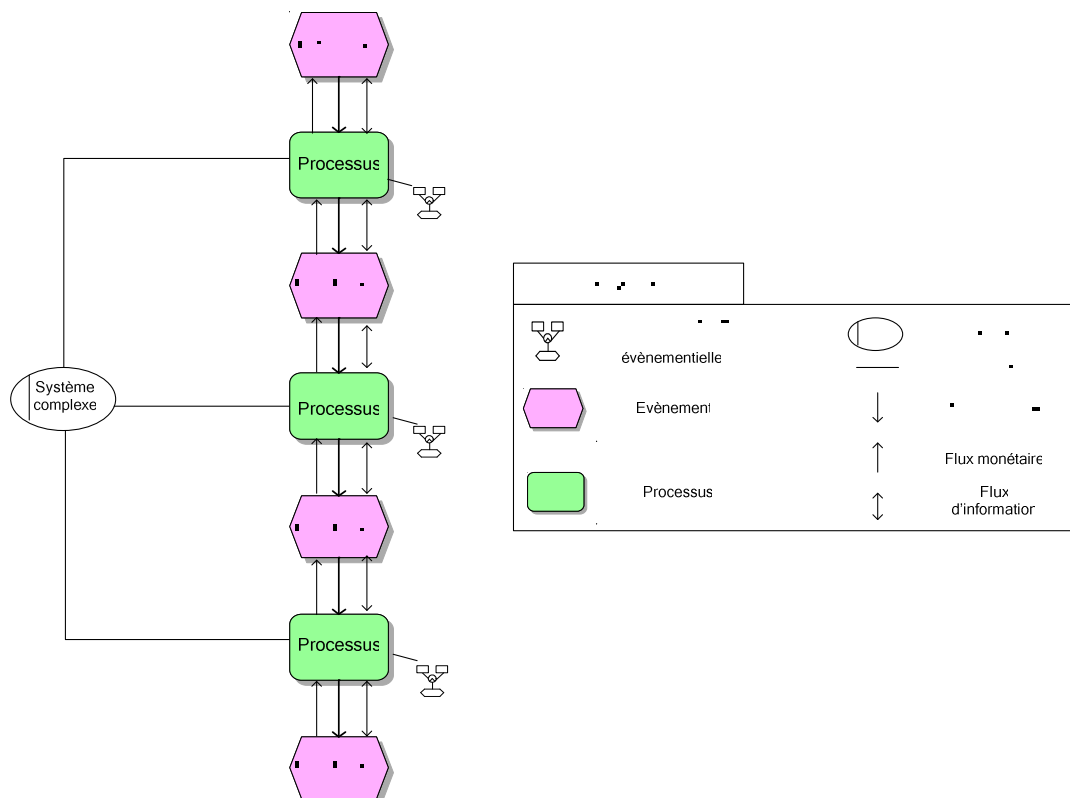


Figure 96. Chaîne de Processus Évènementielle pour un agencement de processus multiples et incrémentiels.

4.2. Construction des modèles génériques de conception et d'implantation

Les étapes d'analyse et de spécification qui ont permis la construction du modèle générique de connaissance sont dépendantes du domaine, mais indépendantes de l'environnement d'implantation. Le modèle générique de conception créé pendant les phases de conception et d'implantation est la spécialisation du modèle générique de connaissance en

vue de son implantation. Il s'agit d'un modèle orienté objet, formalisé avec UML et ARIS, qui se rapproche de l'implantation logicielle sans prendre en compte les spécificités de telle ou telle implantation (langage de programmation, outil de simulation...). Le passage du modèle de connaissance générique au modèle de conception, puis du modèle de conception au modèle d'implantation est réalisé par l'extension de la méthodologie proposée par (Sarramia, 2002) sur les flux financiers. Sur ce point, la démarche de (Sarramia, 2002) est reprise en intégrant une vue "évaluation monétaire des processus" qui permet, lorsque le domaine contient des processus organisationnels, de concevoir des modèles d'action intégrant une vue flux financier. Ainsi, le premier paragraphe présente les éléments nécessaires pour mettre en place depuis le modèle de connaissance les objets génériques nécessaires pour une évaluation des processus, tandis que le deuxième paragraphe propose la construction du modèle d'implantation.

4.2.1 Passage du modèle de connaissance au modèle de conception pour l'évaluation de processus

Les différentes entités identifiées dans le modèle de connaissance, pour pouvoir être incluse dans un modèle de simulation doivent être filtrées et dérivées.

4.2.1.1 Filtrage et évaluation de performance

Le filtrage consiste à vérifier si tous les attributs et toutes les méthodes sont pertinents pour simuler l'entité correspondante. Si cette suppression enlève des attributs, les méthodes de mise à jour correspondantes seront également ôtées. Ainsi, pour parvenir à évaluer un processus multiple et incrémentiel, d'une manière minimaliste seuls les objets suivants sont nécessaires : le processus, l'objet client, l'objet fournisseur, la transaction et les éléments de flux qui la composent (éléments physique, informationnel ou financier). Les objets sont ici présentés de manière générique. Sur chaque domaine, ils seront instanciés suivant des termes différents, dérivés depuis l'ontologie. La figure 97 montre les relations entre les objets nécessaires pour le modèle d'évaluation d'un processus.

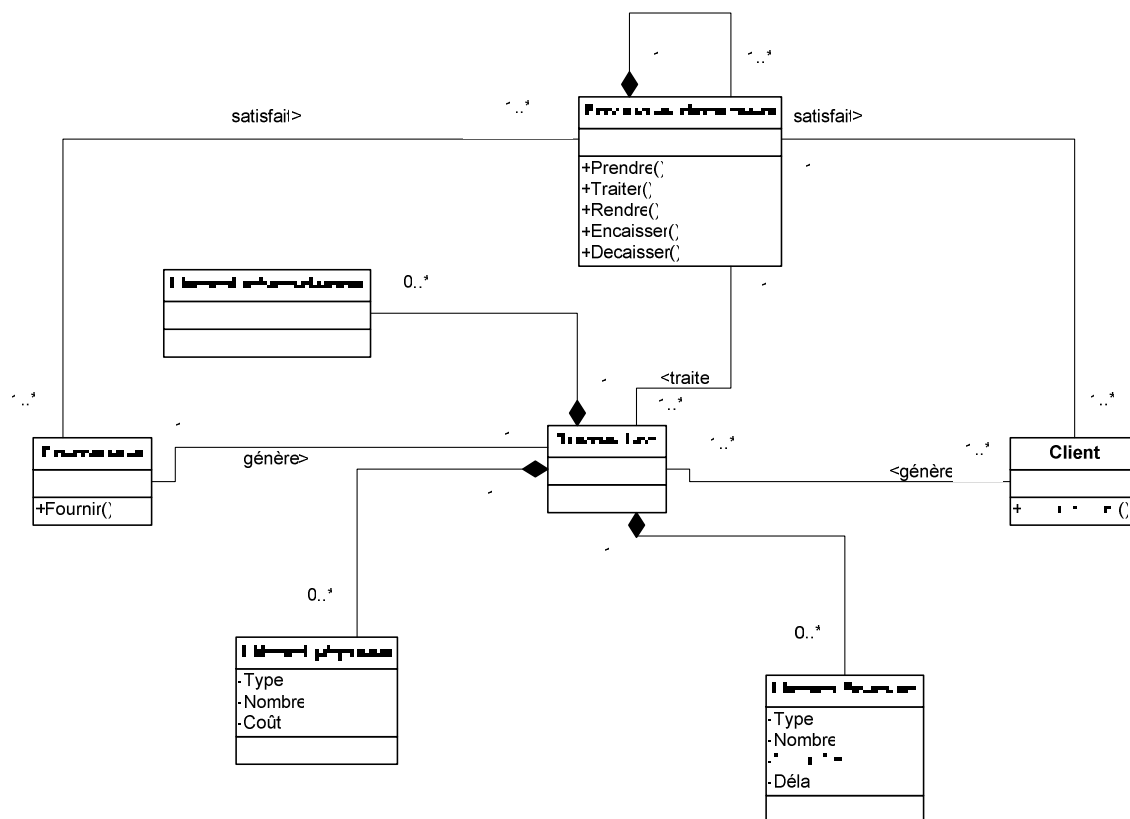


Figure 97. Les entités nécessaires pour construire un système de valorisation centré processus.

La figure 98 exprime, avec un haut niveau d'abstraction, les objets nécessaires pour l'évaluation de processus dans un système complexe organisationnel (entreprise, association, établissement public, hôpital, Supply Chain...). Notons que les objets financiers (si ils sont nécessaires) sont de deux types : l'élément financier réel, qui permet l'évaluation du cash flow du système complexe modélisé, et l'élément financier virtuel. Dans le dernier cas, l'élément de flux financier virtuel, libellé en unité monétaire, permet l'évaluation de la création de valeur financière faite par chaque processus du système et par le système complexe entier. Les différentes méthodes d'évaluation issues du contrôle de gestion (activity based costing, coût complet, coût direct, ...) peuvent dès lors être introduites suivant les objectifs managériaux et organisationnels à partir de ces objets et de leurs attributs pour construire un système d'aide à la décision.

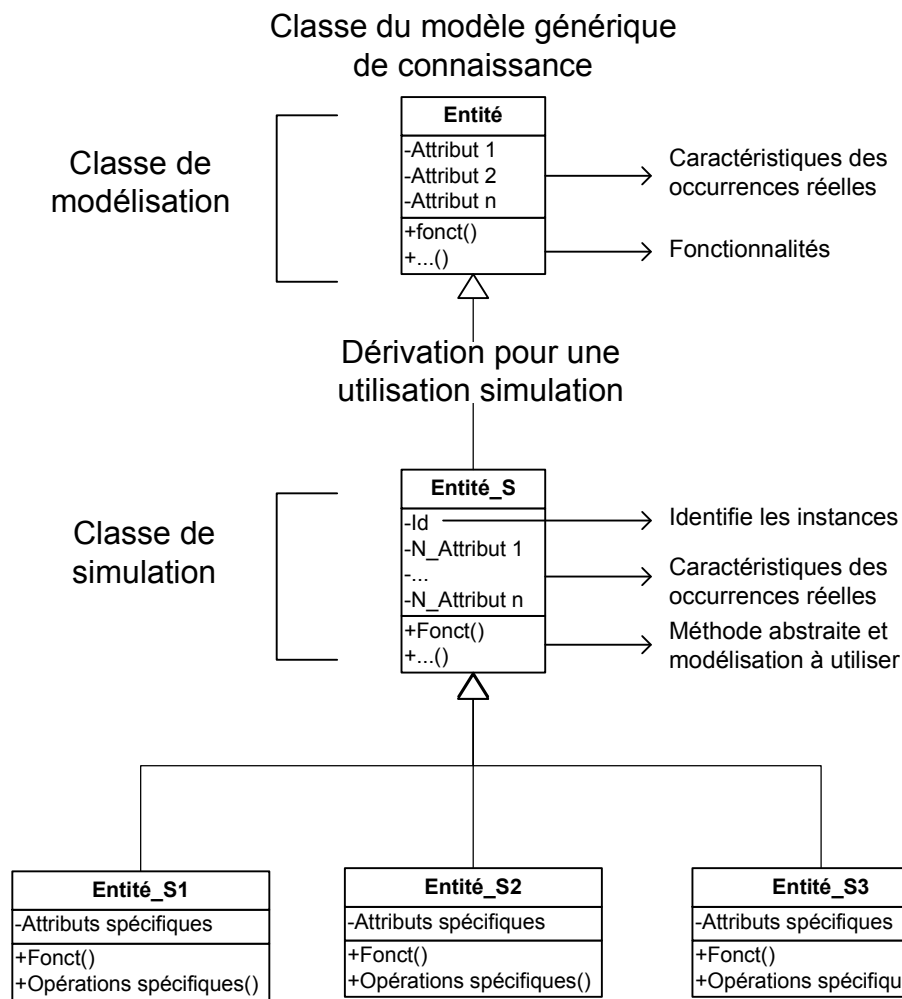


Figure 99. Passage du modèle générique de connaissance vers une vue simulation.

4.2.2 Construction du modèle d'implantation

Le modèle d'implantation correspond au codage effectif de l'environnement et des composants logiciels. Cette phase peut nécessiter la création de nouvelles classes dans les sous-systèmes. Ainsi le passage du modèle générique de connaissance au modèle d'implantation via le modèle de conception (figure 100) nécessite l'ajout de différentes classes dans l'ensemble des diagrammes de classes :

- ◆ sous la forme de nouvelles classes mères afin de créer une nouvelle hiérarchie utilisable pour les aspects incrémentiels de la modélisation ;
- ◆ sous la forme de nouvelles classes permettant de prendre en compte les aspects multiples de la modélisation ;
- ◆ sous la forme d'une nouvelle hiérarchie de classes non directement incluse dans un sous-système mais permettant l'ajout de nouveaux objets multiples et incrémentiels utiles à l'implantation.

C'est à l'aide du modèle d'implantation qu'est construite la bibliothèque de composants logiciels.

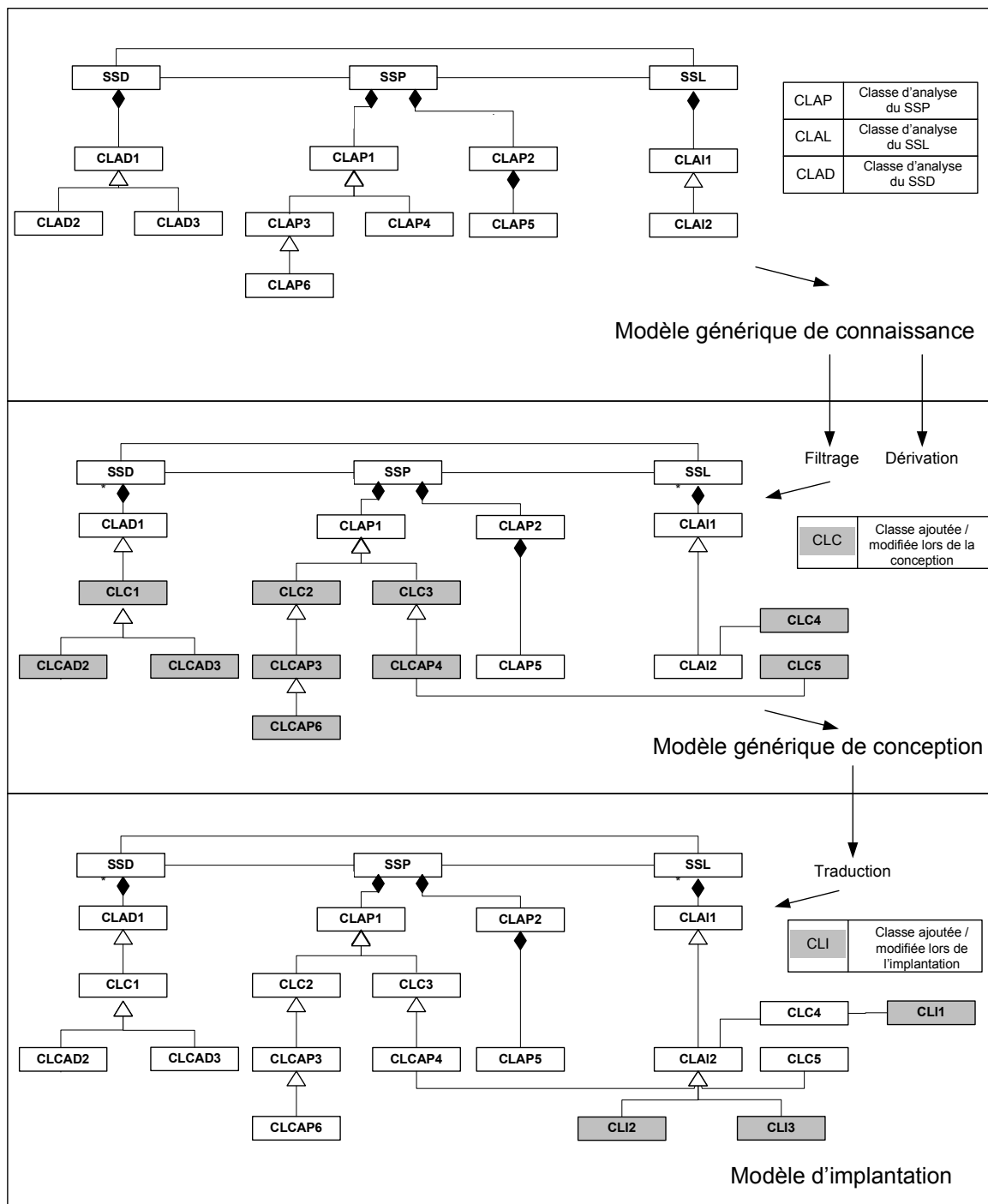


Figure 100. Modification des classes et de leurs hiérarchies lors de la construction de l'environnement.

4.3. ARIS et UML dans la méthodologie

Le tableau 28 présente les différents cas d'utilisation des diagrammes UML et ARIS que nous retenons pour l'étude du domaine dans la méthodologie.

Diagramme	Analyse	Spécification	Conception	Implantation
Cas d'utilisation - UML	X			
Classe - UML	X		X	
Objet - UML		X	X	
Collaboration - UML		X		X
Séquence - UML		X	X	X
Etat-Transition - UML		X	X	
Activité - UML		X	X	
Déploiement - UML	X	X		
CPE (Processus) - ARIS	X	X	X	
Arbre de fonction - ARIS	X	X		X
Organigramme - ARIS	X			
Y - ARIS		X		
Arbre de Coût - ARIS			X	X
Cost driver - ARIS			X	X
Chaîne de plus-value - ARIS	X	X		X

Tableau 28. Les cas d'utilisation pour le domaine des concepts et diagrammes ARIS et UML dans la méthodologie pour le domaine.

La figure 101 présente le diagramme ARIS de chaîne de valeur du déroulement du processus de modélisation du domaine. Le modèle de connaissance générique constitue la première étape du processus. Il est réalisé durant les étapes d'analyse et de spécification. Le modèle de conception générique est obtenu par la dérivation et le filtrage du modèle de connaissance du domaine, par l'ajout et la modification de classes dans une optique simulation. Le modèle de conception est ainsi finalement traduit (à l'aide du langage et des outils retenus) en modèle d'implantation qui permet de construire une bibliothèque de composants.

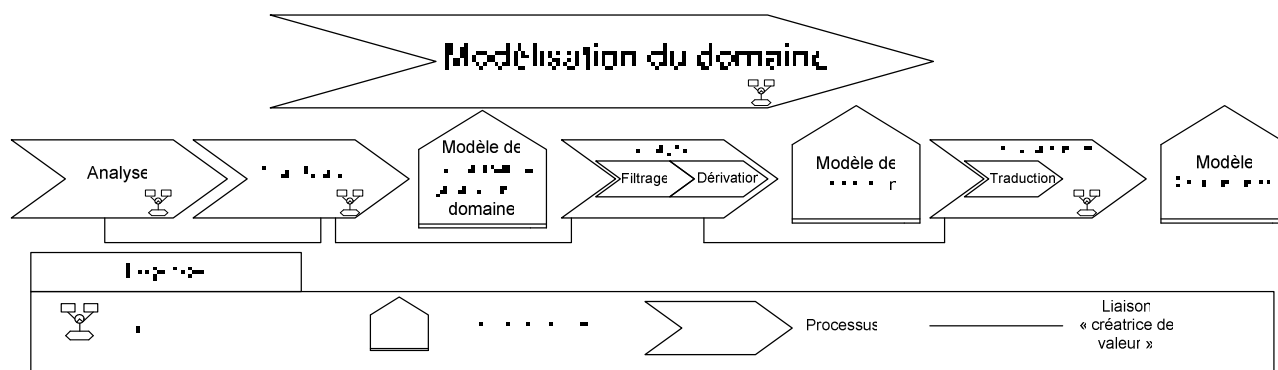


Figure 101. Chaîne de valeur pour la modélisation du domaine dans la méthodologie de modélisation.

Nous venons de proposer une démarche de modélisation associée à un domaine. Cette démarche permet de modéliser un domaine pour construire une bibliothèque de composants logiciels en vue de l'évaluation des performances des systèmes de ce domaine. La prise en compte de processus multiples et incrémentiels dès le modèle de connaissance permet ensuite d'accélérer les phases de conception et d'implantation pour l'évaluation des performances. Nous présentons dans la partie suivante l'instanciation de la méthodologie sur un système de domaine dans le cadre du processus de modélisation.

5. Le processus de modélisation d'un système du domaine

La modélisation d'un système complexe a comme objectif de fournir des réponses acceptables et concevables aux questions de type "What if ?" posées par les managers de ces systèmes, afin de les aider à trouver la ou les solutions satisfaisantes. Dans ce contexte, la construction d'un modèle fiable d'un système complexe existant ou non, est un processus laborieux et non trivial (Tchernev, 1997). Aussi, pour y parvenir, nous retenons un processus de modélisation

basé sur la construction consécutive d'un modèle de connaissance (modèle de description du fonctionnement du système) et d'un ou plusieurs modèles d'action (modèles informatiques) (Gourgand, 1984). Ce processus sépare donc, comme lors de l'exploration du domaine, explicitement le recueil et la formalisation de la connaissance d'un système de l'exploitation de cette connaissance. La figure 102 présente le processus de modélisation retenu pour un système du domaine. La modélisation et l'évaluation de processus organisationnels supposent d'intégrer des données provenant d'applications informatiques multiples et hétérogènes. Aussi, lors du processus de modélisation d'un système du domaine, nous proposons d'intégrer les données nécessaires au fonctionnement des modèles d'action et dont la spécification a été faite lors de la modélisation de la connaissance sous forme d'entrepôt de données ou de système de médiation (suivant le type d'application et de système complexe).

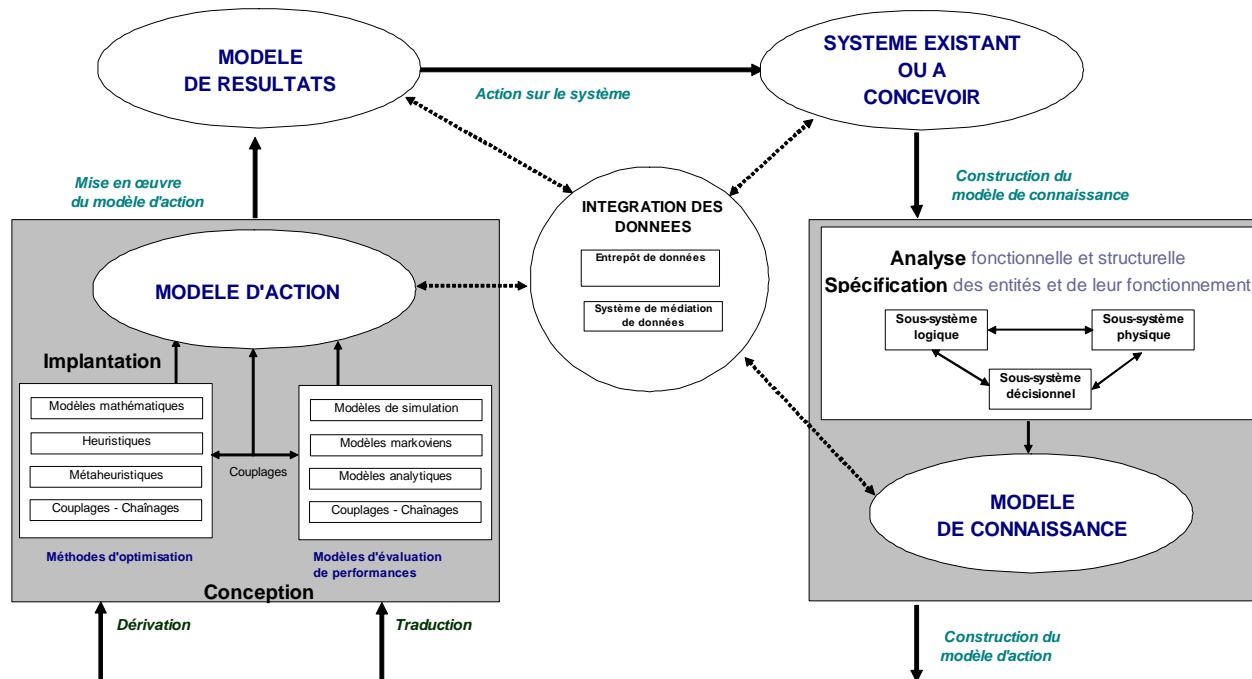


Figure 102. L'intégration des données dans le processus de modélisation d'un système du domaine.

Dans le cadre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels, le processus de modélisation d'un système de la classe vise à instancier modèles de connaissance générique et bibliothèque de composants logiciels sur un système du domaine. Ce processus de modélisation d'un système du domaine permet ainsi de valider/ ou de réfuter les objets de recherches développés lors de la phase du domaine.

Nous avons choisi de présenter le processus de modélisation de façon structurée en utilisant le formalisme de la méthode ARIS. Le premier paragraphe présente d'une manière générale le processus de modélisation d'un système, tandis que les paragraphes suivant illustrent le déroulement de chaque étape du projet de modélisation d'un système de la classe.

5.1 Présentation générale du processus de modélisation

Nous reprenons le processus de modélisation d'un système tel que (Tchernev, 1997) l'a défini dans le cadre d'une méthodologie de modélisation des systèmes logistiques industriels en spécifiant les différentes étapes à l'aide du formalisme ARIS et en intégrant tout au long du déroulement du processus la validation/réfutation des différents composants provenant de l'étude du domaine.

Le modèle de connaissance ou de fonctionnement d'un système (modèle descriptif de la structure et du fonctionnement d'un système) est une formalisation dans un langage naturel ou graphique (méthodes et outils de spécification) de la structure et du fonctionnement de ce système. Le modèle de connaissance d'un système peut exister soit dans l'esprit des acteurs de ce système (modèle mental), soit sur un support (modèle communicatif : dessins, papiers, supports informatiques...(Balci, 1990)). Ainsi, lorsque le modèle de connaissance d'un système complexe organisationnel n'a jamais été réalisé, il est envisageable de réaliser une première ébauche à l'aide d'entretiens qualitatifs, puis de la valider sous forme d'études quantitatives.

Lorsque le système existe, on parlera de modélisation à posteriori, ou ex post et la constitution du modèle de connaissance à l'aide d'une approche par les processus multiples et incrémentiels s'apparente dès lors à une étude de reengineering des processus. Par contre, lorsque le système n'existe pas, on parlera de modélisation a priori ou ex ante. Le modèle de connaissance contient dès lors les données issues des phases de conception (plans, dessins, gammes opératoires...) ainsi que les hypothèses et les contraintes concernant son fonctionnement (cahier des charges du

système).

Le modèle d'action (Gourgand et Kellert, 1991) est une traduction partielle ou complète du modèle de connaissance (en fonction des objectifs et des hypothèses simplificatrices de la méthode utilisée) :

- ♦ dans un langage de programmation - langage général de programmation, langage général de simulation ou simulateur dédié ;
- ♦ ou/et dans un formalisme mathématique - les modèles génératifs (par exemple la programmation mathématique...) et les modèles évaluatifs (par exemple les réseaux de files d'attente, les réseaux de Petri...).

La construction et l'exploitation du modèle de connaissance et du modèle d'action dans un contexte d'aide à la conception et à la décision pour la planification et la budgétisation des activités constituent le processus de modélisation. Ce processus est itératif, et il est composé de cinq étapes consécutives afin de pouvoir évaluer et interpréter les résultats de l'étude, et déduire les actions sur le système réel. Les diagrammes de chaînes de plus-value ou de chaînes de valeur (terme indifféremment employé dans la terminologie ARIS) montrent sur la figure 103, l'arborescence des différentes étapes du processus de modélisation adopté, et leur enchaînement : Comprendre le système et les acteurs ; Elaborer/Mettre à jour le modèle de connaissance ; Elaborer/Mettre à jour le modèle d'action ; Elaborer le modèle des résultats quantitatifs et/ou qualitatifs ; Analyser les résultats et prendre des décisions.

Le processus de modélisation est présenté de manière agrégée dans la figure 104. Son objectif est de transformer les informations concernant le système à modéliser, afin de fournir comme résultats finaux un modèle de connaissance approuvé et validé, un ou plusieurs modèles d'action vérifiés et validés, et les résultats et les décisions possibles pour la conception et/ou l'amélioration du fonctionnement du système étudié.

Les ressources nécessaires à la réalisation de cette étude sont, d'une part, les experts en modélisation, la méthodologie et les outils de modélisation, et, d'autre part, les acteurs et les managers du système (respectivement les personnes qui détiennent la connaissance du système et celles qui ont la responsabilité d'engager les politiques de gestion et d'affectation des ressources...), les objectifs (débit du système à atteindre, diminution des stocks, réduction de la taille des encours, amélioration de la performance...), et les contraintes à respecter (contraintes financières, ressources disponibles, degrés de liberté de changement et modification du système, stratégie...).

5.2 Analyse du système

Le processus de modélisation débute avec l'activité "Comprendre le système et les acteurs" (figure 105). Lors de cette étape, les acteurs du système et les experts en modélisation concentrent leurs efforts sur la compréhension du système à étudier, l'étude des informations sur le système à modéliser, la définition des objectifs de l'étude et les contraintes à respecter. Les besoins des décideurs comme des acteurs, les objectifs et les contraintes sont énoncées une première fois à ce niveau du processus. Une vérification de la formulation des problèmes peut être menée à l'aide de questionnaires pour déterminer si la formulation du problème correspond bien au problème étudié. Les résultats de cette étape du processus de modélisation sont la définition du système et la formulation du problème.

La définition du système est une entrée de l'activité "Elaborer le modèle de connaissance", tandis que la formulation des problèmes représente une contrainte de contrôle à satisfaire.

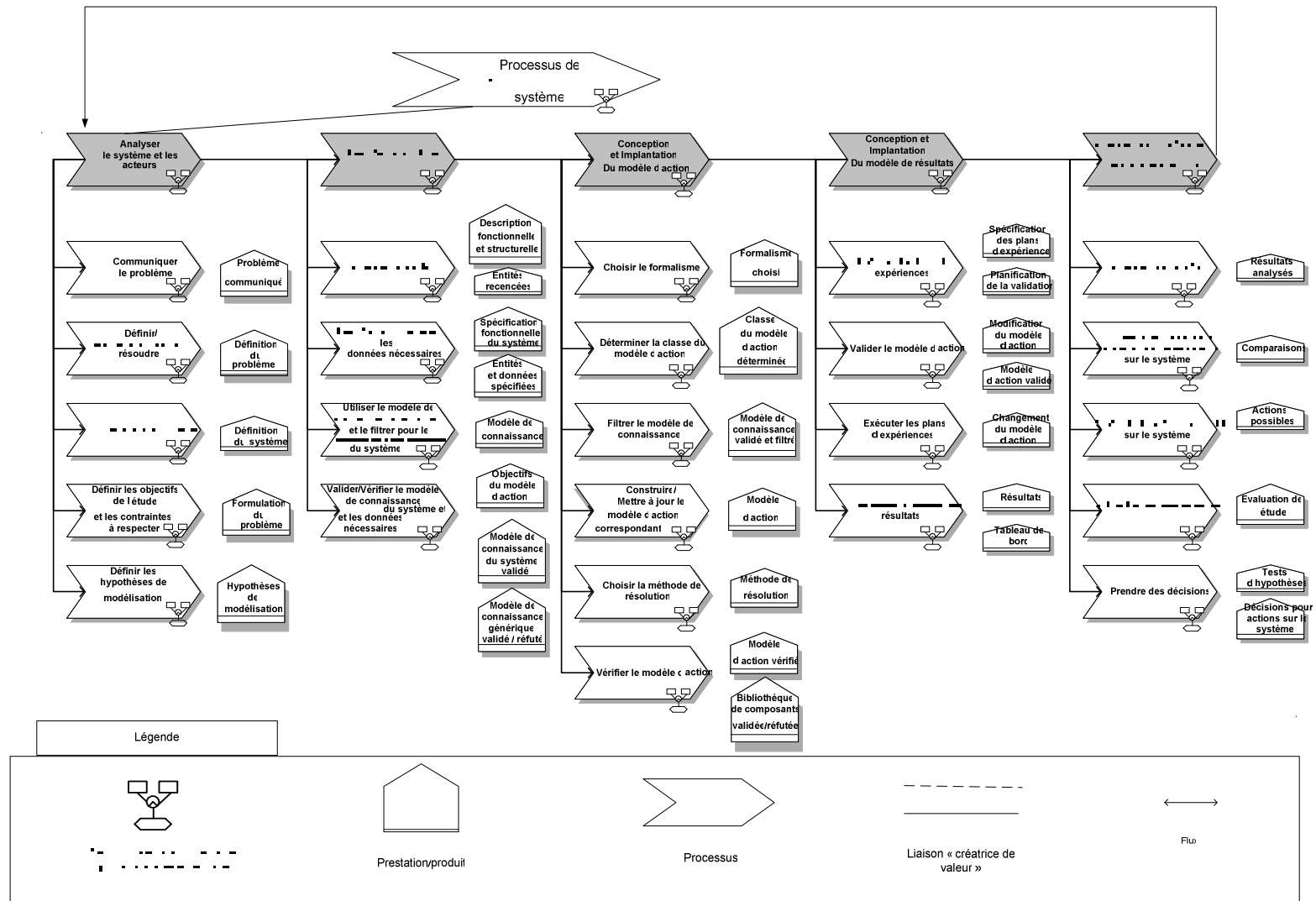


Figure 103. La chaîne de valeur du processus de modélisation d'un système du domaine.

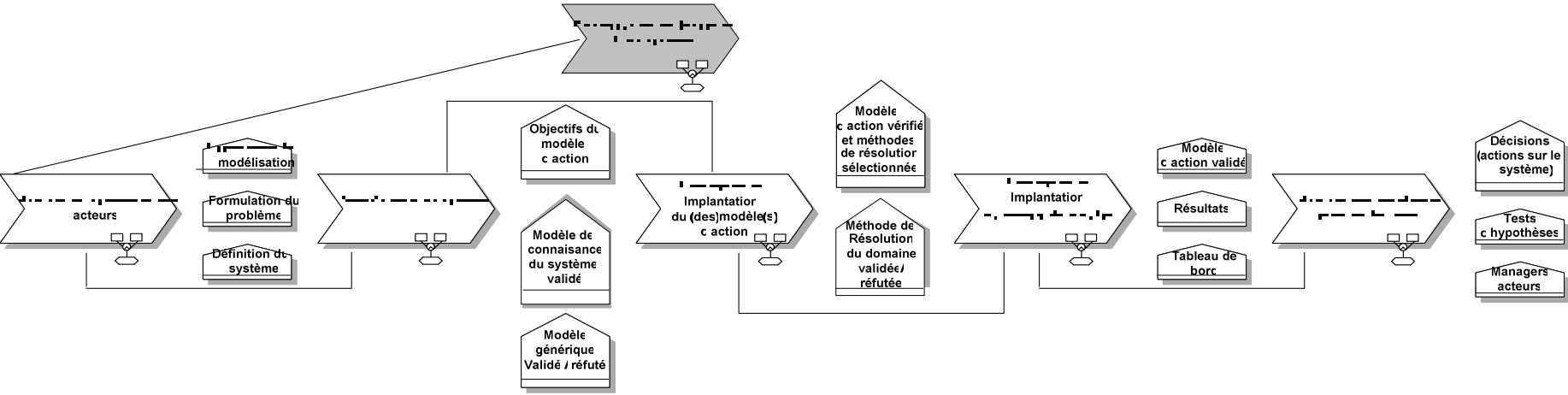


Figure 104. La chaîne de valeur agrégée du processus de modélisation d'un système du domaine.

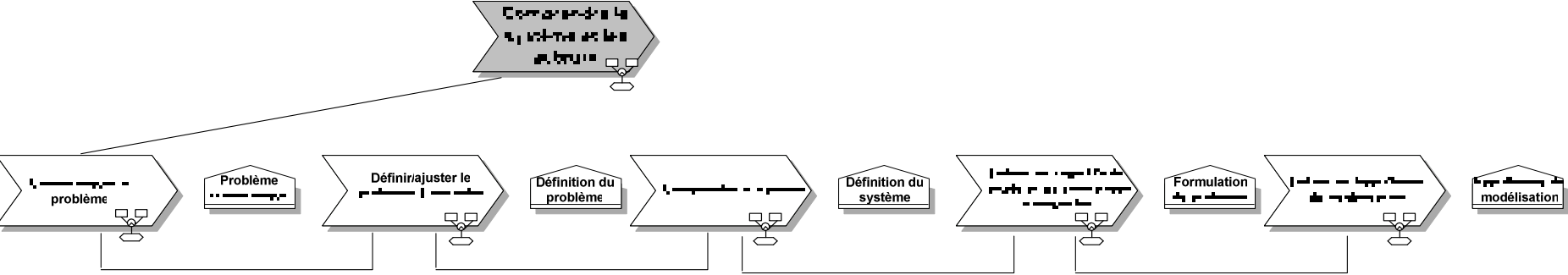


Figure 105. La chaîne de valeur du processus "d'analyse du système".

5.3. Spécification du système

Lors de cette étape, les entités et leurs interrelations jugées pertinentes, sont recueillies, structurées. Les données et les règles de fonctionnement sont également présentées. Le modèle de connaissance est construit/mis à jour pour faciliter la mise en œuvre du processus de modélisation, et s'assurer que les experts en modélisation ont une compréhension précise du système en fonction des objectifs à atteindre. Cette étape est très délicate car elle fixe le niveau de détail et le type d'abstraction, et donc les entités et les types d'événements jugés pertinents. Compte tenu de l'importance de cette activité, le modèle doit être créé avec une approche structurée, ceci dans le but de maîtriser sa complexité en vue de le vérifier et de le valider (figure 106). Afin de recueillir et de formaliser la connaissance, il est conseillé d'utiliser un guide d'analyse qui doit aider les experts en modélisation lors du recueil de l'information, de la structuration de l'information, et de la réalisation de la documentation. Cette formalisation des processus nécessite donc l'utilisation de méthodes et d'outils d'analyse et de spécification qui aident à recueillir efficacement et de manière fiable la connaissance du système modélisé. Le modèle de connaissance générique du domaine est dérivé et utilisé lors de cette étape. Seules les classes nécessaires à la modélisation du système sont utilisées et instanciées.

Lors d'entretiens (individuels comme de groupes) les différents corps de métiers (gestionnaires, concepteurs, automaticiens, informaticiens, ouvriers, acteurs, clients...) transmettent leur connaissance de la structure et du fonctionnement du système aux experts en modélisation. C'est aux experts en modélisation de mener objectivement l'étude et de conduire les acteurs à un compromis qui donnera une vision satisfaisante du système à modéliser. Ce modèle de connaissance du système est confronté au modèle de connaissance générique du domaine. Les experts en modélisation vérifient si le modèle de connaissance du système est bien une instance du modèle générique et valident ou réfutent ce dernier.

L'utilisation d'un guide d'analyse et d'un glossaire, par exemple déduit de l'ontologie du domaine et vérifié dans le cadre de la modélisation du domaine s'avère essentiel.

Toutes les hypothèses faites doivent être appropriées, afin que ce modèle soit une représentation adéquate de la réalité relativement aux objectifs qu'il doit permettre d'atteindre. Lorsque des changements sont à modéliser (changer un type de machines ou de moyens de transport, changer la taille des lots de transport, modifier les règles de gestion/pilotage du système...), il faut vérifier leur cohérence avec le mode de fonctionnement du système. Ces changements doivent respecter les axiomes du système, afin de ne pas élaborer un modèle de connaissance d'un système qu'on ne pourrait pas construire ou faire évoluer.

La validation/vérification du modèle de connaissance et des données nécessaires permet de s'assurer que le modèle est homomorphe au système, et qu'il est pertinent relativement aux objectifs de l'étude. Il faut enfin s'assurer que le modèle de connaissance est cohérent et complet par rapport à la méthodologie retenue pour le construire, et par rapport aux savoirs que les acteurs ont de leur système. Cette validation/vérification est effectuée par les acteurs du système et les experts en modélisation aidés par des outils informatiques qui implantent des mécanismes de contrôle systématiques. Cette construction du modèle de connaissance du système est normalement très facile car elle est rendue possible par l'instanciation du modèle de connaissance du domaine sur le système. La confrontation entre le modèle de connaissance établi pour le système avec le modèle de connaissance du domaine permet de valider ou de réfuter ce dernier.

Le résultat de cette étape est l'obtention d'un modèle de connaissance approuvé et validé qui devient la référence pour élaborer un modèle informatique dédié au système. Cette étape permet également de valider le modèle de connaissance du domaine.

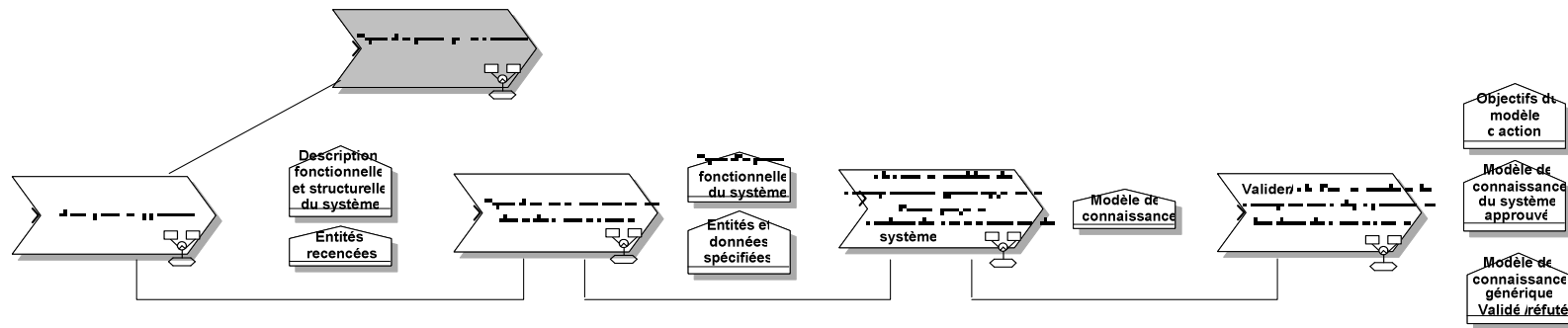


Figure 106. La chaîne de valeur du processus de spécification du système.

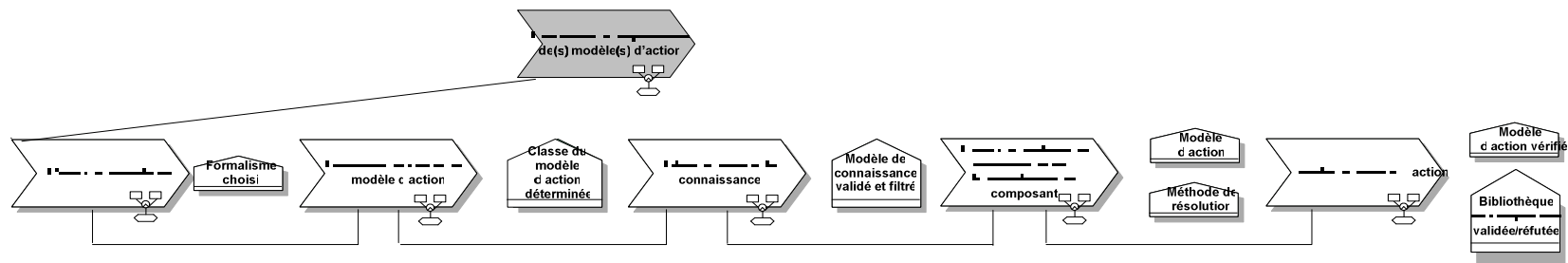


Figure 107. La chaîne de valeur du processus de conception et d'implantation du (des) modèles d'action.

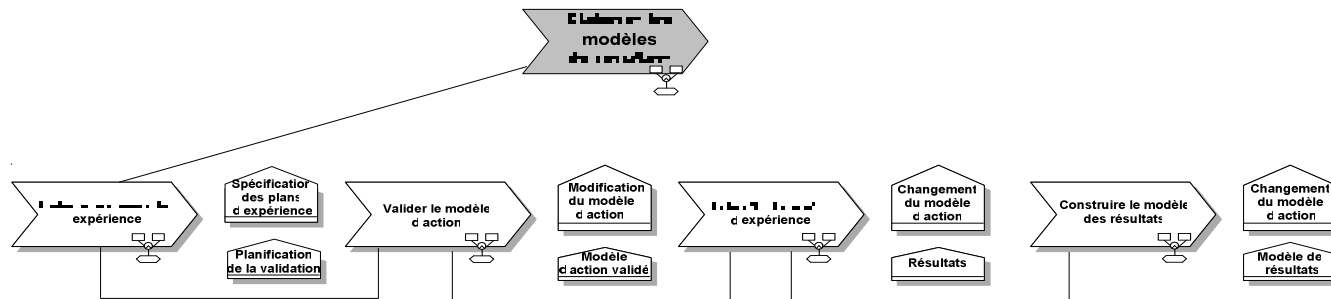


Figure 108. La chaîne de valeur du processus de conception et d'implantation (des) modèles de résultats.

5.4. Conception et Implantation du modèle d'action

Le modèle de connaissance approuvé et validé est l'entrée principale de l'activité d'élaboration du modèle d'action (figure 107). Durant cette étape, un ou plusieurs modèles d'action sont déduits du modèle de connaissance. Le choix du formalisme et de la classe du modèle d'action dépend des objectifs de l'étude fixés par les acteurs et les managers du système. En fait, ces modèles d'action sont déduits à partir du même modèle de connaissance et utilisent la bibliothèque de composants logiciels pour construire le modèle d'action et/ou le degré de finesse implanté dans un modèle d'action. Cette pluralité des modèles d'action débouche sur une panoplie d'outils d'aide à la décision généralement complémentaires : outils de la recherche opérationnelle, outils statistiques, simulation aléatoire à événements discrets. Le(s) modèle(s) d'action dépend(ent) donc de l'outil que l'on veut exploiter, des hypothèses simplificatrices concernant la structure ou le fonctionnement du système et de la description de la charge à laquelle le système est soumis.

Par exemple, les modèles de programmation mathématique, quand ils sont applicables, donnent une solution optimale (par exemple, en résolvant un programme linéaire en nombres entiers). Cependant, ces modèles utilisent beaucoup d'hypothèses simplificatrices, et leurs solutions ne tiennent pas compte des interactions dynamiques entre les composants du système.

Les modèles à réseaux de files d'attente sont utilisés avec un certain succès pour la modélisation des systèmes discrets à partage de ressources, notamment lors de la phase préliminaire de conception d'un système (Hsu *et al.*, 1993). Les méthodes analytiques fournissent des résultats exacts ou approchés uniquement pour le régime stationnaire, avec des temps de calcul en général courts. Cependant, leur domaine d'application se limite essentiellement à la phase de pré-étude d'un système complexe, car les résultats qu'ils fournissent, supposent que le système étudié fonctionne en régime permanent. Ces modèles nécessitent, d'autre part, des hypothèses simplificatrices généralement trop restrictives. Ils sont donc inadaptés aux phases de planification et pilotage/contrôle d'un système complexe organisationnel qui restent un terrain d'étude privilégié de la simulation.

Beaucoup de travaux confirment l'intérêt de la simulation. Elle apparaît comme un outil capable de résoudre les problèmes principaux posés par les systèmes complexes. Cependant, les modèles de simulation nécessitent un nombre considérable de données qui ne sont pas toujours disponibles lors de la phase initiale de conception et les temps de calcul sur ordinateur sont relativement longs. La simulation ne peut donc être vraiment efficace qu'en phase finale de conception ou en phase d'évaluation et d'amélioration des performances d'un système existant ou à concevoir, pour comparer quelques configurations du système retenues dans le cadre de scénario de type "What if".

C'est à l'aide de la bibliothèque de composants logiciels que sera conçu le modèle d'action retenu pour le système de la classe. Cette étape d'élaboration du modèle d'action comporte également la vérification de ce modèle. La vérification consiste à s'assurer que le modèle d'action traduit bien les choix et les hypothèses exprimés par les acteurs dans le modèle de connaissance filtré. Cela revient, en fait, à s'assurer que les mécanismes du formalisme choisi sont bien implantés.

Le résultat final de cette étape est l'obtention du modèle d'action vérifié et le choix de méthodes de la résolution. Cette étape permet également de valider la bibliothèque de composants logiciels.

5.5 Conception et Implantation du modèle de Résultats

L'entrée principale pour élaborer le modèle de résultats (figure 108) est le modèle d'action vérifié. L'exploitation du modèle d'action fournit des résultats à partir desquels on construit un modèle de résultats (quantitatif et qualitatif). On parle ici de modèle de résultats car, pour un même modèle d'action, on choisit les types de résultats qu'on veut obtenir ainsi que la manière de les présenter. Par exemple, l'exploitation d'un modèle de simulation peut fournir une trace de fonctionnement du système qui est ensuite animée, des critères de performances d'entités du système, ou bien encore une analyse statistique d'indicateurs de performance de fonctions du système que l'on structurera par exemple dans un tableau de bord prospectif.

Cette étape comprend la conception des expériences (la planification de la validation et la planification des expériences), la validation du modèle d'action, l'exécution des expériences et, à la fin, la construction du modèle des résultats.

L'élaboration des plans d'expérience fournit la planification de la validation et la planification des expériences. La planification de la validation a pour objectif de choisir les outils et les méthodes de validation en fonction du formalisme choisi et la méthode de résolution du modèle d'action, de déterminer les paramètres (variables) cibles à comparer par mesures sur le système réel, l'analyse de données nécessaire pour la validation...

La planification des expériences concerne la détermination des paramètres pertinents à évaluer, le nombre d'exécutions du modèle d'action à effectuer, la détection des corrélations entre les différentes variables...

A cette étape, les objectifs et les conditions initiales de l'exécution du modèle d'action sont déterminés, afin de répondre aux questions suivantes : Comment comprendre l'effet des facteurs et des variables sur les résultats de chaque scénario exécuté ? Comment identifier et évaluer les paramètres sensibles du système ?

La validation du modèle d'action consiste à effectuer des tests et des évaluations permettant de déterminer si un modèle d'action est une bonne représentation du système modélisé relativement à l'objectif initial d'aide à la décision.

La construction du modèle de résultats est une étape très importante car elle fournit la base sur laquelle les experts industriels vont prendre des décisions. A ce niveau, l'élaboration du modèle des résultats quantitatifs et qualitatifs et le choix de la présentation des résultats sont réalisés, les paramètres à présenter sont déterminés, et les interdépendances et les interrelations entre les différentes variables sont montrées. En effet, cette activité, à première vue peu importante et souvent négligée par les experts en modélisation, peut créer des lacunes profondes entre les besoins de l'étude et les objectifs formalisés.

Dans le cadre de la méthodologie, nous proposons de structurer le modèle de résultats d'un système constitué de processus par un tableau de bord "prospectif" dont le processus de mise en place est caractérisé ci-après.

Nous dégageons 4 étapes significatives (figure 109) :

1. La détermination des objectifs du processus modélisé. cette étape se fait par entretiens (études qualitatives/quantitatives) auprès des acteurs du système. Cette étape a été réalisée lors de la phase de compréhension du système et des acteurs ;
2. La détermination des processus principaux et des facteurs clés de succès se fait à l'aide du modèle de connaissance. Ce sont tout particulièrement les chaînes de plus values et les CPE qui nous paraissent pertinentes et qui révèlent pour chaque processus un ensemble de facteurs clés de succès ;
3. La détermination des indicateurs de performance et la conception du tableau de bord vont se faire après l'analyse des facteurs clés de succès. La constitution du tableau de bord se fera suivant 5 axes de performances pour un système complexe composé de processus :
 - ◆ le premier axe de performance est celui de l'efficacité du flux physique du système complexe ; cet axe concerne les consommations de ressources en unités de flux physiques réalisées par les processus composant la système complexe modélisé ;
 - ◆ le deuxième axe concerne l'efficacité du flux physique et porte sur la satisfaction des clients, mais aussi des divers partenaires du système complexe modélisé (fournisseurs internes ou externes...) ;
 - ◆ le troisième axe porte sur l'efficacité du flux financier dont le principal facteur clés de succès traite sur la création de valeur financière du système complexe modélisé qui peut se mesurer d'un point de vue logistique par le niveau de cash flow générés ;
 - ◆ le quatrième axe porte sur l'efficacité du flux financier. Il se mesure à l'aide de système de coûts ; à cet effet, la mesure de la performance financière issue de la simulation des différents processus est facilitée par le fait d'avoir utilisé ARIS pour la formalisation du modèle de connaissance.
 - ◆ le cinquième axe porte sur l'apprentissage organisationnel (Kaplan et Norton, 1993) qui mesure l'implication de l'organisation dans l'amélioration continue (principe de kaisen) des compétences humaines et des matériels utilisés.

Pour élaborer le tableau de bord, il convient de déterminer pour chaque activité du processus au moins un facteur clés de succès et au moins un indicateur de performance qui reprend chacun des axes constitutifs du tableau de bord. Pour chaque indicateur, les acteurs fixent avec les experts en modélisation un benchmark.

4. L'implantation du tableau de bord et la collecte des données constituent la dernière phase de mise en place d'un tableau de bord pour un processus. Les données sont collectées dans le tableau de bord depuis le système d'information ; les indicateurs de performance, particulièrement les objectifs de performances constituent des benchmarks pour l'optimisation des ressources de chaque processus. La comparaison données réelles/ données prévisionnelles/données provenant des modèles d'action peut commencer.

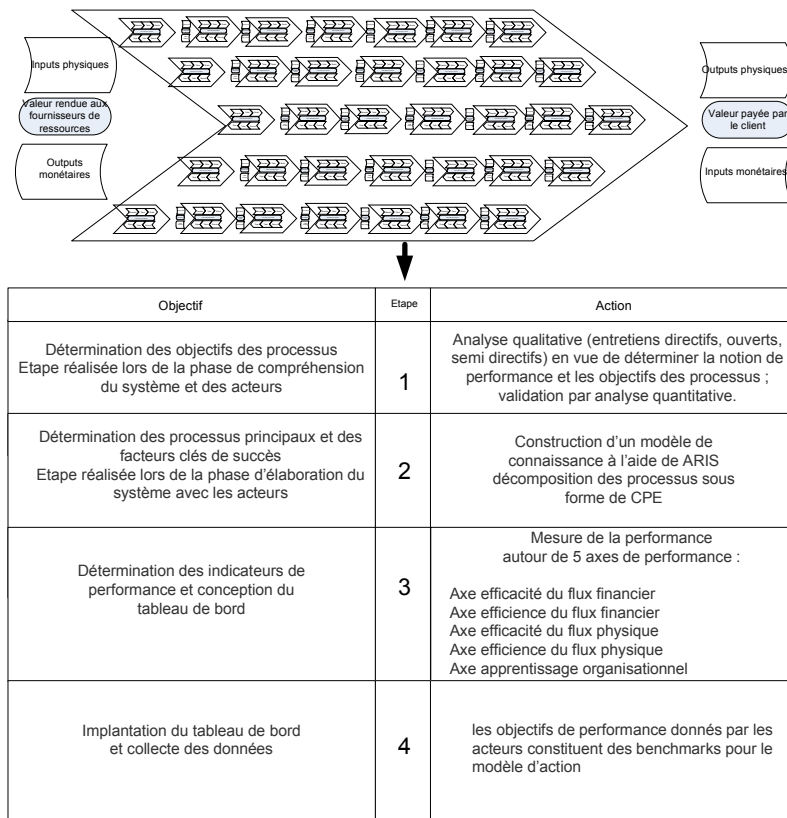


Figure 109. Démarche pour construire le modèle de résultats sous la forme de tableau de bord prospectif.

Le résultat final de cette étape est l'obtention du modèle des résultats dont nous donnons une structure simplifiée avec le tableau 29.

	Services /	Efficience / coûts	financier actionnaires cash flows..	physique Satisfaction client/ Satisfaction fournisseur	
Stratégique					
Tactique					

Tableau 29. Structuration de l'information décisionnelle issue des modèles d'action pour un système du domaine sous la forme de tableau de bord prospectif.

5.6 Analyse des résultats de l'étude et prise de décisions

Une fois, le modèle de résultats élaboré, le processus de prise de décisions est activé (figure 110). Lors de cette étape du processus de modélisation, les experts en modélisation, les acteurs et les managers du système examinent le(s) modèle(s) de résultats obtenus. En fonction de l'analyse des résultats, des décisions sont prises pour agir sur le système et/ou pour tester des hypothèses nécessitant des modifications du modèle de connaissance, ceci en vue d'améliorer les performances qualitatives ou quantitatives du système. En d'autres termes, soit on intervient sur le système et le processus de modélisation est terminé, soit on réitère le processus de modélisation. Les managers du système modélisé prennent leur décision à l'aide d'un tableau de bord prospectif, comparable à celui qu'ils utilisent pour piloter leurs activités réelles.

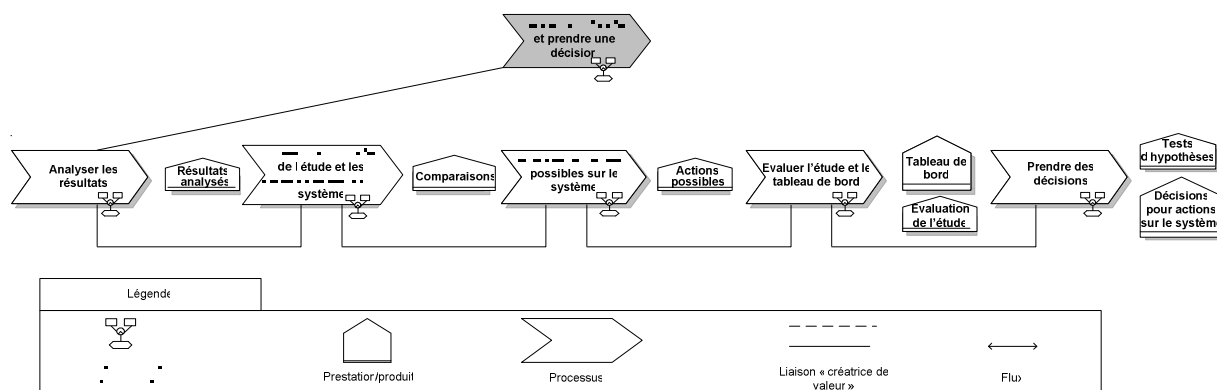


Figure 110. La chaîne de valeur du processus de prise de décision par les acteurs.

5.7 ARIS, UML et le processus de modélisation d'un système

Lors de l'élaboration du modèle de connaissance d'un système de la classe, les diagrammes de classes des trois sous-systèmes sont instanciés soit manuellement (par exemple en remplissant des fiches) soit informatiquement (par le biais d'une interface). Les experts en modélisation, voire les acteurs du système modélisé, instancient, sous forme d'objet les classes du modèle générique de connaissance. Pour la spécification du comportement des objets sélectionnés, l'approche par processus est utilisée et les règles de fonctionnement existantes dans le modèle générique de connaissance sont reprises. Si le système ne peut être complètement spécifié par les règles existantes, l'expert en modélisation utilise l'un des diagrammes (CPE, Chaîne de plus value, diagramme de séquence, d'états transition, de collaborations, d'activités). Du point de vue de la construction du modèle d'action, l'utilisateur n'a, normalement aucun enrichissement à réaliser. L'environnement se charge de la génération du code du programme permettant l'évaluation des performances du système analysé. Son intervention est cependant requise pour le choix des modèles à utiliser dans les différentes entités sélectionnées. Les diagrammes UML et ARIS utilisés durant la construction du modèle de connaissance d'un système sont décrits dans le tableau 30.

Diagramme	Analyse	Spécification	Conception	Implantation
Cas d'utilisation - UML	X			
Classe - UML	X			
Objet - UML		X		
Collaboration - UML		X		
Séquence - UML		X		
Etat-Transition - UML		X		
Activité - UML		X		
Déploiement - UML	X	X		
CPE (Processus) - ARIS	X	X		
Arbre de fonction - ARIS	X	X		
Organigramme - ARIS	X			
Y - ARIS		X		
Arbre de Coût - ARIS		X		
Cost driver - ARIS				
Chaîne de Plus Value - ARIS	X	X		

Tableau 30. Les cas d'utilisation pour le domaine des concepts et diagrammes ARIS et UML dans la méthodologie pour le domaine.

6. Conclusion

Nous avons proposé dans ce chapitre le composant méthodologique ASCII. Ce composant intègre un positionnement épistémologique générique. Nous avons instancié ce composant méthodologique pour produire une méthodologie de modélisation pour l'aide à la décision que nous nommons méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels et qui permet d'évaluer flux physique et flux financiers.

La méthodologie de modélisation se caractérise par un paradigme post positiviste, qui correspond à celui de l'ensemble des travaux de ce manuscrit. Le processus multiple et incrémentiel permet une modélisation combinée des flux physiques et financiers traversant tout processus d'entreprise. De plus, cette intégration d'une modélisation par processus multiples et incrémentiels facilite la prise en compte de méthodes issues principalement du contrôle de

gestion (méthode ABC/coût complet...) dans la partie de modélisation du domaine, et l'intégration de tableaux de bord prospectifs dans la partie de modélisation d'un système du domaine.

Le processus de modélisation d'un système du domaine permet à l'utilisateur de construire le modèle de connaissance de son système par utilisation des briques provenant du modèle générique de connaissance, la base de composant logiciels étant utilisée par l'environnement pour construire le(s) modèle (s) d'action associé(s).

La figure 111 présente une synthèse des apports de ce chapitre.

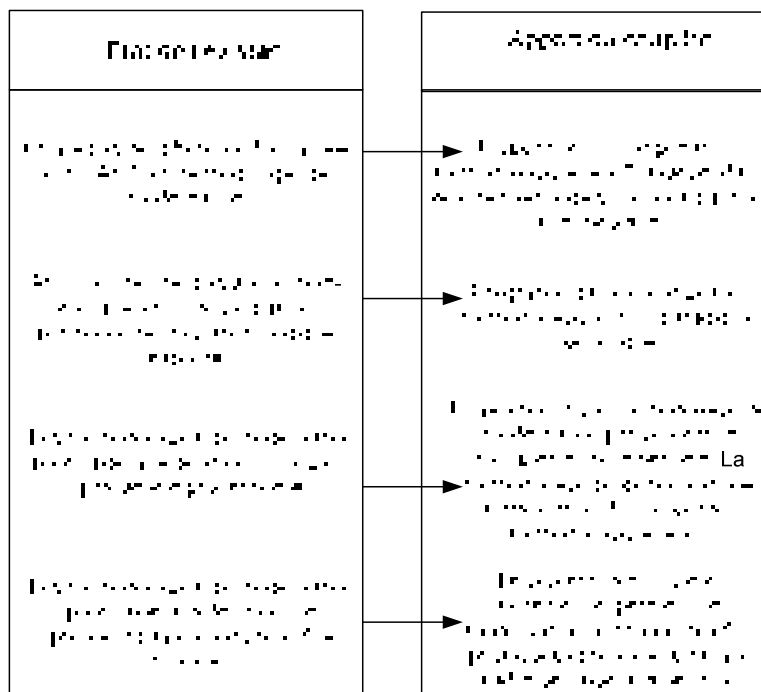


Figure 111. Synthèse des apports du chapitre

Dans le chapitre suivant, nous proposons de mettre en œuvre la méthodologie de modélisation sur le domaine des Supply Chains en vue de proposer un environnement de modélisation pour cette dernière. Comme les Supply Chains sont constituées de processus d'entreprise que nous qualifions de multiples et incrémentiels, nous proposons l'utilisation, l'adaptation et la création d'une série de concepts et méthodes dont nous avons déduit la nécessité après la revue de la littérature présentée dans le chapitre précédent en vue de pouvoir les combiner dans un environnement de modélisation pour la Supply Chain

Les prochains chapitres vont nous permettre de valider ou de réfuter tout ou partie du contenu de la méthodologie de modélisation proposée par sa mise en œuvre sur un domaine. Ainsi, nous proposons de concevoir un environnement de modélisation pour le domaine des Supply Chains (chapitre 4). Cependant, la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels pourrait tout aussi bien être utilisée sur d'autres classes de systèmes complexes.

La conception d'un environnement logiciel de modélisation pour les systèmes de la classe des Supply Chain constitue un objet de recherche dans le cadre d'un projet mené sur l'aide à la décision pour le Supply Chain Management.

Les deux instanciations de l'environnement que nous présentons dans le chapitre 5 sur une Supply Chain Industrielle puis sur la Supply Chain Hospitalière du Nouvel Hôpital d'Estaing nous conduisent à produire des objets empiriques (modèles de connaissance des systèmes, outils d'aide à la décision pour ces systèmes) qui viendront infirmer ou confirmer les hypothèses et modèles présentés dans le chapitre 4.

Ainsi, par le biais de l'utilisation de la méthodologie par processus multiples et incrémentiels, notre travail dont l'objectif central est un environnement de modélisation pour l'évaluation des performances de la Supply Chain utilise des objets méthodologiques (méthodologie de modélisation de processus multiples et incrémentiels...), crée des objets conceptuels (modèles génériques pour l'aide à la décision...) et des objets empiriques (outils et modèles d'aide à la décision pour la Supply Chain du Nouvel Hôpital d'Estaing, et pour la Supply Chain de la firme M...).

Chapitre 4

Application de la méthodologie de modélisation au domaine des Supply Chains pour la constitution de suites logicielles de type Advanced Budgeting and Scheduling

1. INTRODUCTION	143
2. APPROCHE SYSTEMIQUE D'UNE SUPPLY CHAIN	144
2.1 <i>Décomposition systémique avec la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels</i>	<i>144</i>
2.2 <i>Processus et systèmes de la Supply Chain.....</i>	<i>146</i>
3. ANALYSE ET SPECIFICATION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	148
3.1 <i>Structuration et spécification du Sous-Système Logique</i>	<i>148</i>
3.2 <i>Structuration et Spécification du Sous-Système Physique</i>	<i>152</i>
3.3 <i>Structuration et Spécification du Sous-Système Decisionnel.....</i>	<i>154</i>
3.3.1 <i>Le processus logistique intégré dans la Supply Chain.....</i>	<i>154</i>
3.3.2 <i>La structure du sous-système décisionnel</i>	<i>156</i>
3.4 <i>Liens entre les trois sous-systèmes et modèle de connaissance</i>	<i>158</i>
3.5 <i>Spécification du comportement des objets à l'aide des processus multiples et incrémentiels.....</i>	<i>159</i>
4. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES GENERIQUES D'ACTION POUR L'EVALUATION DU PROCESSUS LOGISTIQUE POUR LE SCM : L'APPROCHE PREVA.....	163
4.1 <i>Principe fonctionnel de l'approche PREVA (PRocess EVAuation)</i>	<i>163</i>
4.2 <i>Chaînage des modèles d'action pour l'évaluation financière du processus logistique suivant les horizons décisionnels.....</i>	<i>165</i>
4.3 <i>Proposition d'un modèle analytique générique pour l'évaluation de la création de valeur financière du processus logistique.....</i>	<i>168</i>
4.3.1 <i>Principe de construction du modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers</i>	<i>169</i>
4.3.2 <i>Formalisation des flux financiers</i>	<i>172</i>
4.4 <i>Synthèse de l'approche PREVA et structuration de d'information sous la forme de tableaux de bord décisionnels.....</i>	<i>172</i>
5. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES D'OPTIMISATION POUR LE PROCESSUS LOGISTIQUE DE LA SUPPLY CHAIN.....	174
5.1 <i>Un programme linéaire pour l'optimisation des cash flow d'une business unit de la Supply Chain au niveau opérationnel.....</i>	<i>174</i>
5.2 <i>Un chaînage de programmes linéaires pour l'optimisation et le partage des cash flow de la Supply Chain au niveau tactique.....</i>	<i>175</i>
6. SYNTHÈSE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA METHODOLOGIE DE MODELISATION POUR LA CONCEPTION ET L'IMPLANTATION DE MODELES D'ACTION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	177

7. LES CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT ASCI-SC POUR LA CONSTRUCTION D'UNE SUITE LOGICIELLE DE TYPE ABS.....	178
7.1 <i>L'environnement de modélisation ASCI-SC</i>	178
7.2 <i>Les caractéristiques d'une suite logicielle de type Advanced Budgeting and Scheduling (ABS)</i>	180
7.2.1. Définition et cas d'utilisation d'une suite logicielle de type ABS pour le Supply Chain Management.....	180
7.2.2. Composants logiciels de l'ABS	181
 CONCLUSION	 183

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de mettre en œuvre la méthodologie de modélisation pour concevoir un environnement de modélisation pour l'évaluation des performances de la Supply Chain que nous nommons ASCI-SC et qui signifie Analyse, Spécification, Conception et Implantation pour le domaine des Supply Chains. Nous appelons Advanced Budgeting and Scheduling (ABS) le type d'application logicielle issue de l'instanciation de l'environnement proposé sur un système du domaine et qui permet d'évaluer la performance de tous les flux des activités collaboratives dans la Supply Chain. Cependant, même si d'un point de vue conceptuel les différents éléments présentés dans ce chapitre sont exploitables dans un contexte de décision distribuée, les développements que nous proposons s'intègrent particulièrement bien dans le cas où il existe un partenaire de la Supply Chain (*i.e.* une multinationale, un partenaire fort) qui soit capable de coordonner un certain nombre d'entités juridiques différentes et d'imposer à tous les acteurs de la coalition Supply Chain l'intégration du processus logistique. La figure 112 présente les objectifs de ce chapitre relativement aux différents domaines académiques dans lesquels nous cherchons à valider nos travaux.

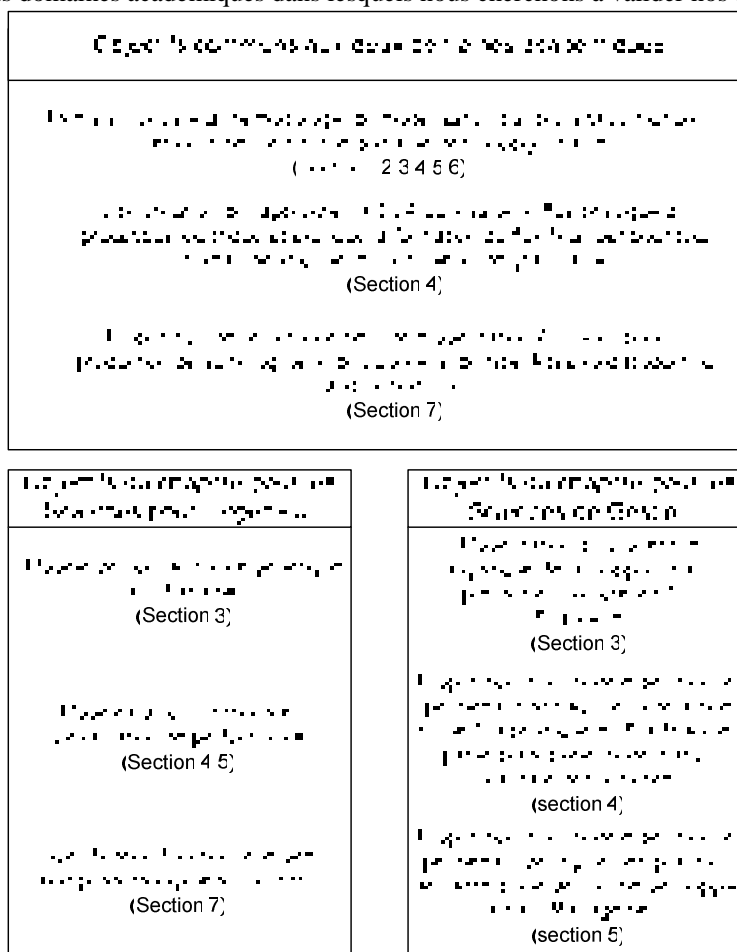


Figure 112. Grille de lecture du chapitre

Ce chapitre met en oeuvre la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels sur le domaine des Supply Chains. A cet effet, nous suivons les étapes de la méthodologie de modélisation :

- ♦ la section 2 détaille comment nous exploitons l'approche systémique contenue dans la méthodologie proposée pour la modélisation de la classe des Supply Chains ;
- ♦ la section 3 détaille les phases d'analyse et de spécification du domaine afin d'élaborer le modèle générique orienté objet de la classe des Supply Chains en proposant une approche intégrée des flux ;
- ♦ la section 4 de ce chapitre présente la conception et l'implantation de modèles d'action pour l'évaluation des flux physique et financier du processus logistique de la Supply Chain. Nous présentons les briques de modèles d'action issus du modèle de connaissance. Nous nommons PREVA pour PROcess EVALuation l'approche que nous proposons. Cette approche évalue les flux financiers du processus logistique à l'aide d'un modèle analytique chaîné avec un modèle d'action pour l'évaluation ou l'optimisation des flux physiques. Cette approche permet de traduire tout planning pour la Supply Chain en budget financier pour tout niveau de granularité et tout horizon décisionnel ;

- ♦ la section 5 propose la conception et l'implantation de modèles d'optimisation intégrant des critères financiers ; nous proposons de modéliser la Supply Chain comme un Flow Shop Hybride pour les problèmes opérationnels, tandis que nous présentons pour l'optimisation tactique le chaînage de deux modèles linéaires de planification par quantité qui maximisent le cash flow de la Supply Chain et régulent son activité par un mécanisme de fixation des prix permettant de partager les flux financiers ;
- ♦ la section 6 met en perspective les différents modèles d'action que nous proposons pour l'optimisation et l'évaluation des performances des flux physiques et financiers de la Supply Chain ;
- ♦ la section 7 présente l'environnement de modélisation ASCI-SC qui constitue la synthèse des développements de ce chapitre ; nous proposons d'utiliser cet environnement pour concevoir des suites logicielles de type ABS pour le Supply Chain Management.

2. Approche systémique d'une Supply Chain

La modélisation d'une Supply Chain, en vue d'améliorer la performance du système, requiert d'extraire l'information et la connaissance disponibles et nécessaires pour construire un modèle de connaissance pertinent. Nous présentons l'approche systémique issue de la méthodologie dans un premier temps, puis dans un deuxième temps ses conséquences sur la structuration du réseau Supply Chain.

2.1 Décomposition systémique avec une approche par processus multiples et incrémentiels

Nous présentons une vision systémique issue de la mise en œuvre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels sur la Supply Chain qui nous permettra, dans le reste de notre démarche, de structurer et hiérarchiser la connaissance nécessaire à la modélisation de ces systèmes.

Une Supply Chain est soumise à une charge (c'est l'ensemble des commandes des clients, l'ensemble des prévisions commerciales) qu'elle doit absorber au mieux pour atteindre les objectifs globaux (disposer rapidement de produits et de services), les objectifs financiers (maximiser le cash flow des entités juridiques). Nous définissons une Supply Chain comme une coalition d'organisations autonomes coordonnées par un processus logistique (décomposable en un nombre fini de processus logistiques multiples et incrémentiels) composée de sept ensembles disjoints :

- ♦ un sous-ensemble des objectifs à atteindre, qui définit la charge global de la Supply Chain (la quantité des différents types de produits et services à fournir pour une période fixée) et ce, sous un ensemble de contraintes à satisfaire (contrainte de cash flow par entité légale, contrainte d'efficience et d'efficacité) ;
- ♦ un sous-ensemble des nomenclatures des produits et services que la Supply Chain peut fournir à ses clients ;
- ♦ un sous-ensemble de procédures de travail (les gammes, règles de procédures, normes ISO,...) ;
- ♦ un sous-ensemble des matières premières, des produits semi-finis, des composants, et de prestation que doit fournir chaque entité composant la Supply Chain ;
- ♦ un sous-ensemble des moyens de production de biens et services, de manutention, de transport et de stockage ;
- ♦ un sous-ensemble des règles de fonctionnement qui caractérisent le comportement des unités physiques, l'ensemble des fonctions que remplit chaque unité, et les contraintes de fonctionnement qu'elle impose ;
- ♦ un sous-ensemble décisionnel qui comporte les règles de gestion et de pilotage mises en œuvre par les acteurs de la Supply Chain pour que les composants du système aient un comportement cohérent les uns par rapport aux autres afin d'atteindre les objectifs globaux du système.

Cette décomposition nous permet de structurer la vision que nous proposons d'une Supply Chain (figure 113). A cet effet, nous exploitons la vision systémique d'un système logistique industriel que nous élargissons à la Supply Chain avec une dimension services et une dimension flux financiers.

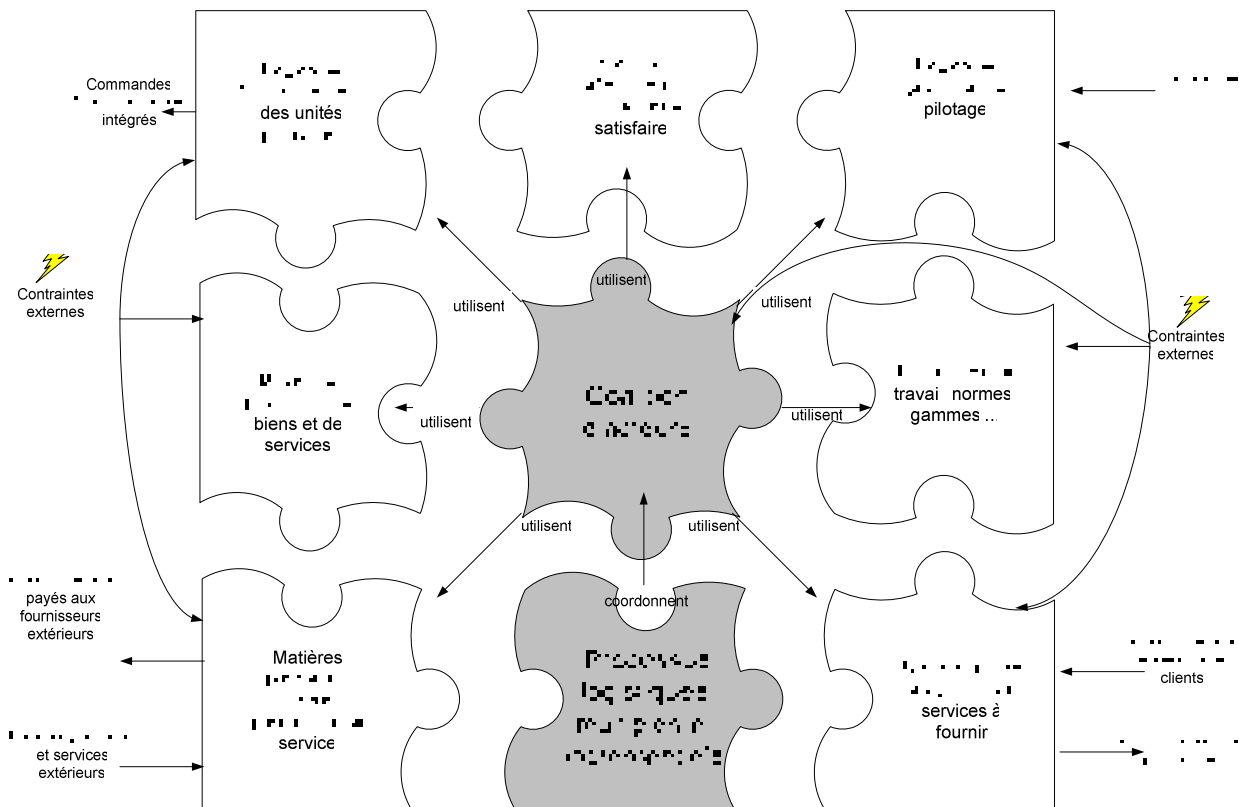


Figure 113. Décomposition systémique d'une Supply Chain.

La démarche adoptée dans la méthodologie de modélisation préconise donc de décomposer de manière systémique toute Supply Chain *S* en trois sous-systèmes *L*, *P* et *D* complémentaires, communicants deux à deux, et disjoints tels que :

- ♦ *L* représente le sous-système logique. Puisque la Supply Chain existe relativement à un objectif, la formalisation du sous-système logique décrit les éléments de flux que le système traite. Pour une Supply Chain, le sous-système logique est composé de l'ensemble des matières premières, des produits semi-finis et des composants, de l'ensemble des prestations de services utilisées ou produites ainsi que de l'ensemble des flux financiers qui viennent en contrepartie de chaque élément du flux physique. Le sous-système logique définit, à partir des commandes de clients ou des prévisions commerciales, les ordres de fabrication, les ordres de livraison, les gammes et les nomenclatures correspondantes, le routage détermine des pièces, détermine la matrice de charge du système, ainsi que la distribution et la quantité des ordres dans le temps. Le sous-système logique nous permet de définir la charge du système imposée par les commandes des clients de telle façon qu'on puisse exprimer l'impact de chaque commande sur le fonctionnement du système, et de définir les objectifs de transformation des flux de matières que la maîtrise du processus logistique satisfait en contrepartie d'éléments du flux financiers ;
- ♦ *P* représente le sous-système physique. Il est défini comme l'ensemble des moyens de production de biens et services, de manutention, de transport et de stockage, nécessaires à la réalisation du processus logistique pour la transformation des flux physiques à partir de l'acquisition du brut (matières premières) jusqu'à la livraison du produit fini au client. La topologie du sous-système physique définit la répartition géographique des moyens physiques et leurs interconnexions ;
- ♦ *D* représente le sous-système décisionnel. Il contient les règles de gestion et de pilotage des moyens physiques, et il agit sur le sous-système logique *L* et sur le sous-système physique *P* (contrats commerciaux, juridiques, règles de gestion, d'attribution des ressources, d'attribution des moyens de manutention et de transport...) pour assurer la gestion et la maîtrise du processus logistique afin de satisfaire les objectifs et les contraintes imposés par l'environnement. Le sous-système décisionnel contient les politiques de gestion et les règles de fonctionnement dont les actions affectent les différentes entités des trois sous-systèmes ;

La mise en œuvre de la méthodologie de modélisation, à ce niveau de modélisation est suffisamment générique pour prendre divers mode de coordination des activités dans le réseau Supply Chain. On raisonne sur une Supply Chain dans

son ensemble et non sur la firme pivot. C'est lors de la spécification détaillée (plus loin) des règles de gestion et du sous système décisionnel que nous indiquerons le mode de coordination représenté par la firme pivot.

2.2 Processus et systèmes de la Supply Chain

Nous supposons qu'une Supply Chain est constituée par un ensemble de systèmes complexes décomposables par l'approche systémique proposée dans le paragraphe précédent. Les trois sous-systèmes décisionnel, logique et physique sont ainsi complémentaires et communicants deux à deux tels que décrits dans la figure 114. Nous qualifions de globale la décomposition de la Supply Chain en un système complexe unique et de locale sa décomposition en un nombre fini de systèmes complexes à la structure conceptuelle identique de celle existant dans une vue globale. Lors d'une vision globale de la Supply Chain, chaque sous-système présenté de manière agrégé est noté de la manière suivante :

- ◆ SSP-G pour le sous-système physique global ;
- ◆ SSD-G pour le sous-système décisionnel global ;
- ◆ SSL-G pour le sous-système logique global.

Au niveau global, la Supply Chain peut ainsi être modélisée d'une manière "macroscopique" par un seul processus tel que présenté sur la figure 115.

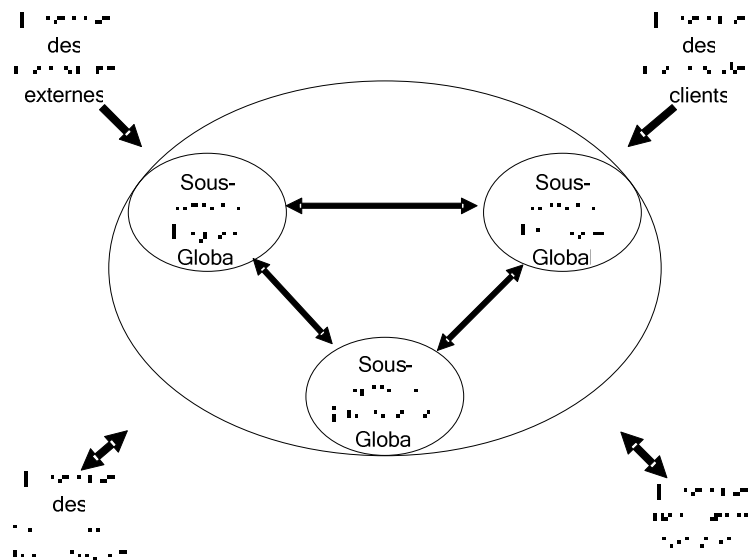


Figure 114. Vision globale d'une Supply Chain.

Nous considérons que les entités de la Supply Chain sont coordonnées par un processus logistique intégré que nous considérons composé des activités Approvisionner, Fabriquer, Distribuer pour le flux physique et des activités Payer, Facturer et Encaisser pour les activités du flux financier. La sémantique que nous employons est celle de la logistique industrielle de manière à rendre le contenu de notre approche moins abstrait. L'approche que nous proposons est aussi valide (à condition d'utiliser les termes du domaine) dans un contexte de logistique de services et de logistique hospitalière, en remplaçant les processus de SCOR que nous utilisons par les activités génériques "prendre / traiter / rendre" de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels, ou en les remplaçant par les termes usités dans le domaine d'application.

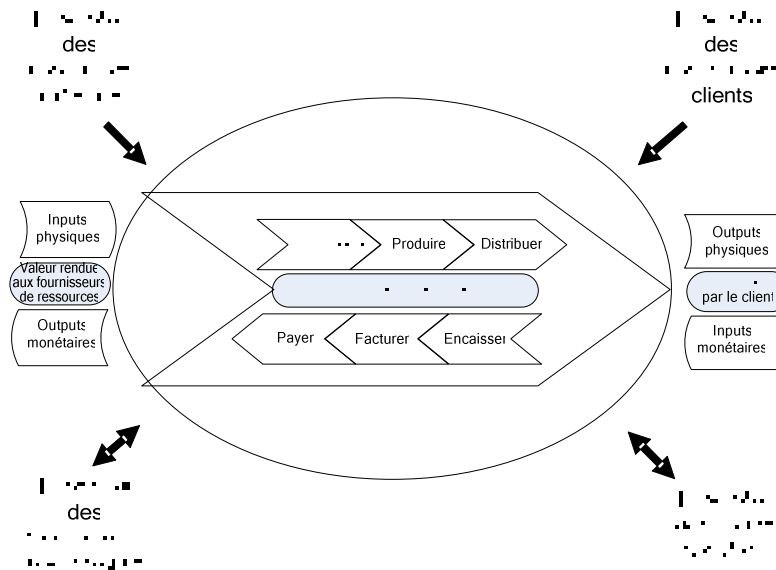


Figure 115. Le processus logistique dans une Supply Chain - Vue globale.

Nous considérons qu'une Supply Chain est ainsi constituée d'un nombre fini de sous-ensembles structurables avec la décomposition systémique proposée par la méthodologie de modélisation. Chaque sous-ensemble est lui-même décomposable en sous-systèmes locaux (li) de type SSD, SSL, SSP (figure 116). Nous qualifions de locale la décomposition de chaque système complexe contenu dans la Supply Chain suivant la décomposition systémique formulée par la méthodologie. Chaque sous-système de chaque système complexe composant la Supply Chain est noté de la manière suivante SSD-li, SSP-li, SSL-li. Le niveau de décomposition local correspond à un niveau de modélisation microscopique. Les flèches de la figure 116 représentent les interactions entre les sous-systèmes locaux de la Supply Chain. Ces interactions sont matérialisées sous la forme d'unité de flux (physique, financier ou informationnel).

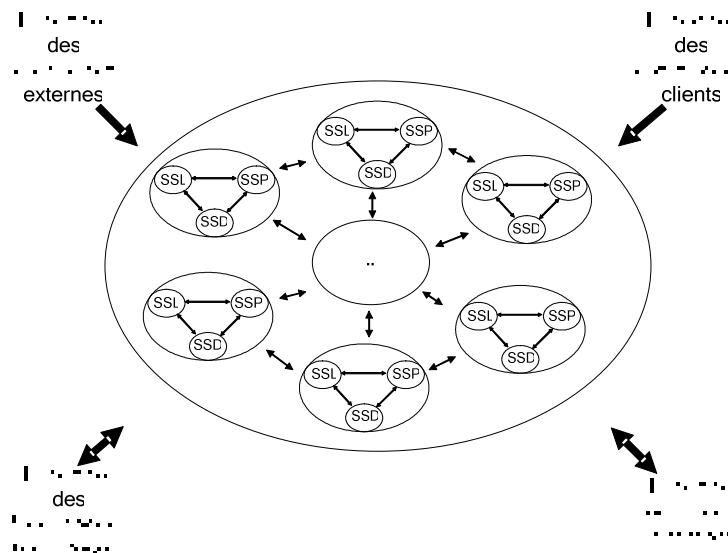


Figure 116. Vision locale de la Supply Chain.

L'intégration d'une approche par processus multiples et incrémentiels suppose de pouvoir décomposer le processus logistique de la Supply Chain en autant de processus multiples et incrémentiels que de systèmes complexes. La figure 116 présente une approche d'une Supply Chain dans une vue locale et la figure 117 présente une Supply Chain composée de sous-ensembles constitués de processus logistiques multiples et incrémentiels. Les inputs et les outputs de chaque processus multiples et incrémentiels matérialisent les unités de flux physique et financier sans préjuger, à ce stade de la démarche de leur routage dans la Supply Chain qui n'est pas formalisé dans les figures 116 et 117.

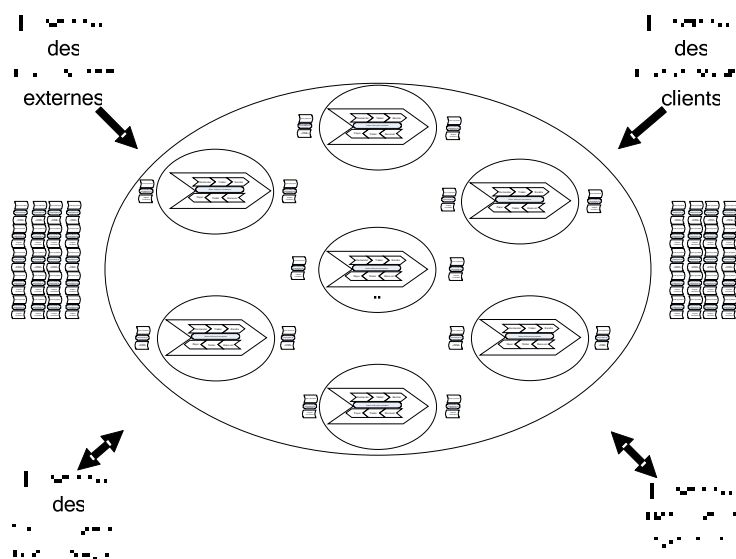


Figure 117. Vision locale de la Supply Chain - Approche par les processus.

Rappelons que le concept de processus logistique permet la conception ou la modélisation d'une vision globale de gestion des flux de matières à travers l'entreprise au moyen des flux d'informations. Mais pour pouvoir contrôler ces flux (flux pour le client, flux d'information, flux financier), il est essentiel de pouvoir les décrire : le réseau d'écoulement des flux a pour objectif une telle description et permet de représenter le réseau comme un graphe orienté.

Le réseau apparaît alors comme le support matériel de tous les mouvements possibles. Dans ce contexte, on considère la Supply Chain comme un ensemble d'entités (nœuds) inter-reliées (au moyen des liaisons), et dont l'activité consiste à traiter, à transformer et à stocker des éléments de flux, que ce soit des flux de matières, des flux d'information, ou des flux financiers en vue d'atteindre un ensemble d'objectifs (maîtrise du processus logistique) sous un ensemble de contraintes (clients et actionnaires des entités satisfaits dans le sens propre du terme).

Avec l'approche systémique proposée par la méthodologie de modélisation, construire un modèle générique de connaissance revient à proposer trois modèles de connaissance complémentaires (un pour chaque sous-système) à l'aide desquels les experts en modélisation formalisent la connaissance sur un domaine. La section suivante présente ainsi les trois modèles de connaissance de chaque sous-système de la Supply Chain.

3. Analyse et Spécification pour le domaine des Supply Chain

Cette section aborde la construction du modèle générique de connaissance pour le domaine des Supply Chains. Si les données de la littérature utilisées pour réaliser ce modèle de connaissance générique proviennent essentiellement de différents cas d'études réalisés dans l'équipe MAD-LOG (Gourgand et Kellert, 1991 ; Ruch 1994 ; Tchernev, 1997 ; Cossard, 2004) sur différents systèmes logistiques, la spécificité de la modélisation du domaine proposée réside dans l'approche processuelle et la prise en compte des flux financiers. Dans les paragraphes suivants, nous structurons et spécifions chacun des trois sous-systèmes complémentaires et communicants tels que prévus dans la méthodologie de modélisation (*i.e.* sous-système logique, décisionnel et physique) avant de présenter le modèle de connaissance global. Les liens entre les trois sous-systèmes et la spécification du comportement des objets par une approche par processus multiples et incrémentiels sont caractérisés dans le dernier paragraphe.

3.1 Structuration et spécification du Sous-Système Logique

Pour connaître le cheminement d'un élément client dans le sous-système logique, il est nécessaire de spécifier ce dernier au travers des nomenclatures et des gammes de produits et services traités. La nomenclature d'un produit/d'un service représente l'ensemble des matières premières, des composants élémentaires, des produits semi-ouvrés, des prestations de services ainsi que leur quantité, qui sont nécessaires pour la production d'un élément client. La gamme décrit en détail les opérations à effectuer sur les différents composants de la nomenclature afin d'obtenir le produit/le service fini.

Ainsi, chaque catégorie d'élément client définit un objectif de transformation particulier de la Supply Chain, et peut être représenté sous la forme d'une gamme. Nous considérons deux types de gammes (Amar *et al.* 1992) : les gammes "logiques" et les gammes "opératoires".

Une gamme logique d'un élément client donne le séquençement (contraintes d'ordre) des processus élémentaires de transformation à appliquer sur celui-ci, ainsi que les types de ressources qui peuvent effectuer ces opérations. Elle donne une configuration particulière du processus logistique permettant d'obtenir le produit fini/le service à partir de son état brut. Un processus élémentaire (comme défini dans la méthodologie de modélisation) est une opération fonctionnelle qui apporte de la valeur au produit (usinage, assemblage, conditionnement, contrôle, prise de commande...). Ainsi, dans les gammes logiques, seules les transformations fonctionnelles à appliquer sur les différents produits/services sont données, c'est à dire la succession de processus élémentaires permettant de passer de la matière (ou du service initial) provenant des fournisseurs non intégrés jusqu'au produit/service final apporté au client.

Une gamme opératoire d'un élément client décrit la séquence des processus élémentaires de transformation fonctionnelle et de transfert, faisant ainsi apparaître la succession des entités physiques visitées par les éléments des flux matières et de services dans la Supply Chain. La définition d'une gamme opératoire permet d'intégrer progressivement à la circulation des flux, l'aspect fonctionnel (moyens de transformation, de traitement de services) et l'aspect de transfert (moyens de manutention, de transport et de stockage). La structure de la gamme opératoire est adaptée à la gestion des flux d'éléments clients dans un système (*i.e.* flux de pièces dans un système de production, flux patients dans une Supply Chain Hospitalière...), au calcul des charges relatives à chaque moyen physique du système, et à l'ordonnement des différents processus.

L'utilisation conjuguée de ces deux types de gammes permet de fournir de manière cohérente (par rapport au modèle de connaissance) les données nécessaires pour l'utilisation d'un modèle d'action ayant une vue contrôle de gestion. En effet, la nomenclature permet de déterminer les quantités d'éléments clients intermédiaires (composants et services intermédiaires nécessaires) et de matières premières nécessaires à la fabrication de n'importe quelle quantité de produits/services finis (éléments client), c'est-à-dire de réaliser le calcul des besoins bruts. Cependant, cette procédure de calcul ne prend pas en compte les stocks dont l'entreprise dispose éventuellement. Pour effectuer le calcul des besoins nets (les paramètres des différents flux clients dans le système et son environnement) à chaque étape de l'élaboration d'un produit/service (transformation fonctionnelle), il est nécessaire à partir des commandes des clients et des prévisions commerciales, de déterminer les besoins à chaque stade du processus logistique. Le calcul des besoins génère les ordres de traitement à chaque stade, ainsi que les ordres d'approvisionnement. Il détermine la demande de produits et services selon la nomenclature, et décale dans le temps les ordres de fabrication et d'achat correspondants (en fonction des durées de reconfiguration, de réglage, de fabrication, de manutention...). Si la décomposition hiérarchique des nomenclatures est utilisée pour l'éclatement de la demande, la décomposition hiérarchique des gammes permet d'évaluer le décalage dans le temps du déclenchement des opérations en fonction des durées opératoires et des cycles de production.

Pour maîtriser la complexité des produits et service (flux de pièces dans un système de production, flux de patients dans une Supply Chain Hospitalière...), nous avons adopté la représentation arborescente des nomenclatures et des gammes, ainsi qu'une décomposition hiérarchique des gammes. Une gamme représente un processus logistique sur l'ensemble de la chaîne, et chaque décomposition de la gamme correspond à une décomposition plus fine des processus. Pour un niveau de modélisation donné, un processus élémentaire est un traitement (*i.e.* indécomposable à ce niveau de modélisation) applicable à une transaction.

Par exemple, nous supposons que le client final constitue le rang 0 qui doit être satisfait par les partenaires de rang 1. Les partenaires de rang 2 doivent satisfaire les partenaires de rang 1 et ainsi de suite. Les fournisseurs non intégrés apportent les composants/services nécessaires pour fabriquer l'élément client final, mais sans être parties prenantes dans le processus logistique. Une vue macroscopique du processus logistique consiste à ne décrire que les éléments de flux qui traversent la Supply Chain et à supposer que ces éléments sont traités par un processus logistique global (figure 118).

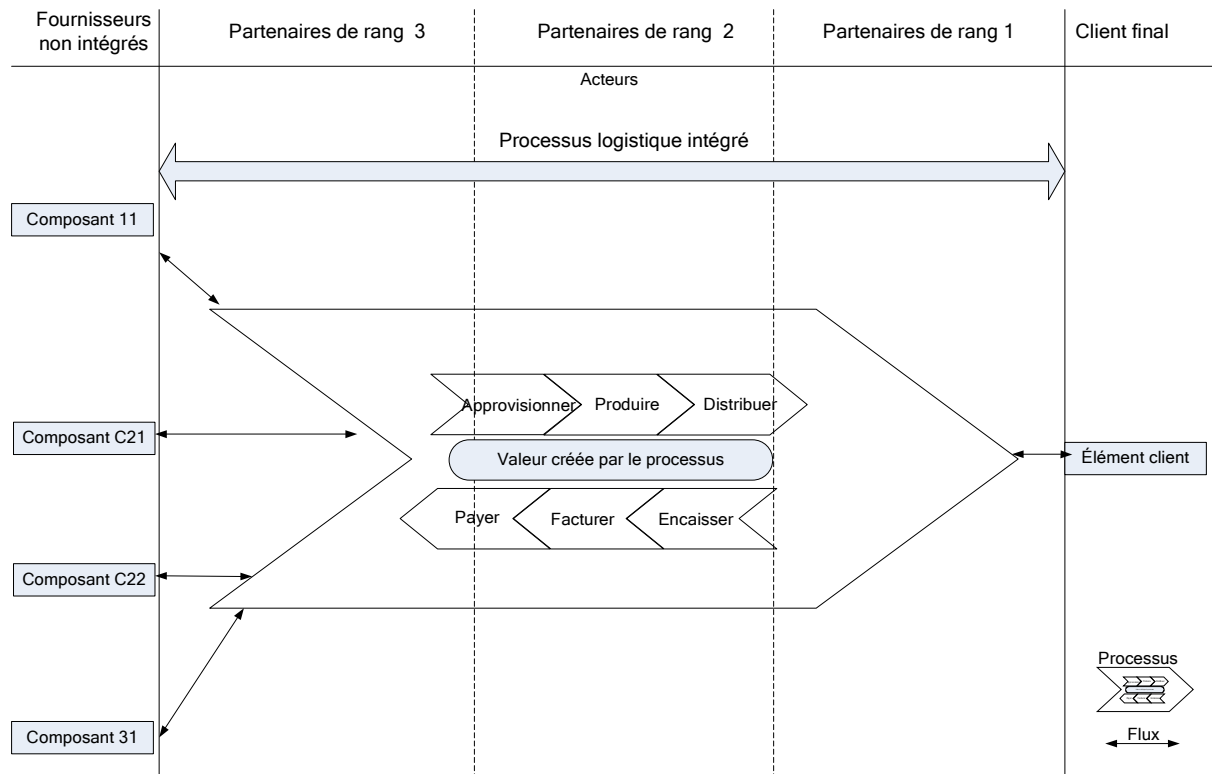


Figure 118. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit/service et sa gamme logique au niveau macroscopique d'une Supply Chain.

Une vue mesoscopique consistera à détailler le processus logistique global au niveau de chaque partenaire et de considérer que chaque partenaire est modélisable par un processus logistique (figure 119). Une vue microscopique consistera à décrire les entités de flux en décomposant chaque partenaire en processus élémentaires (figure 120).

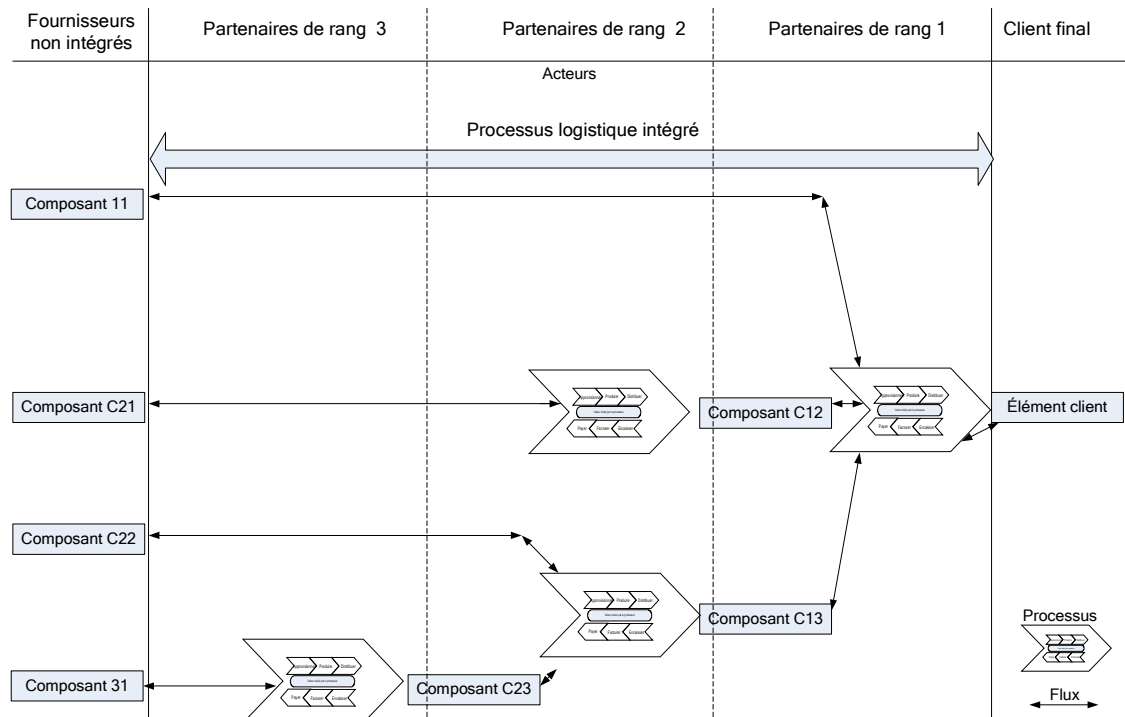


Figure 119. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit /service et ses gammes logiques au niveau mesoscopique.

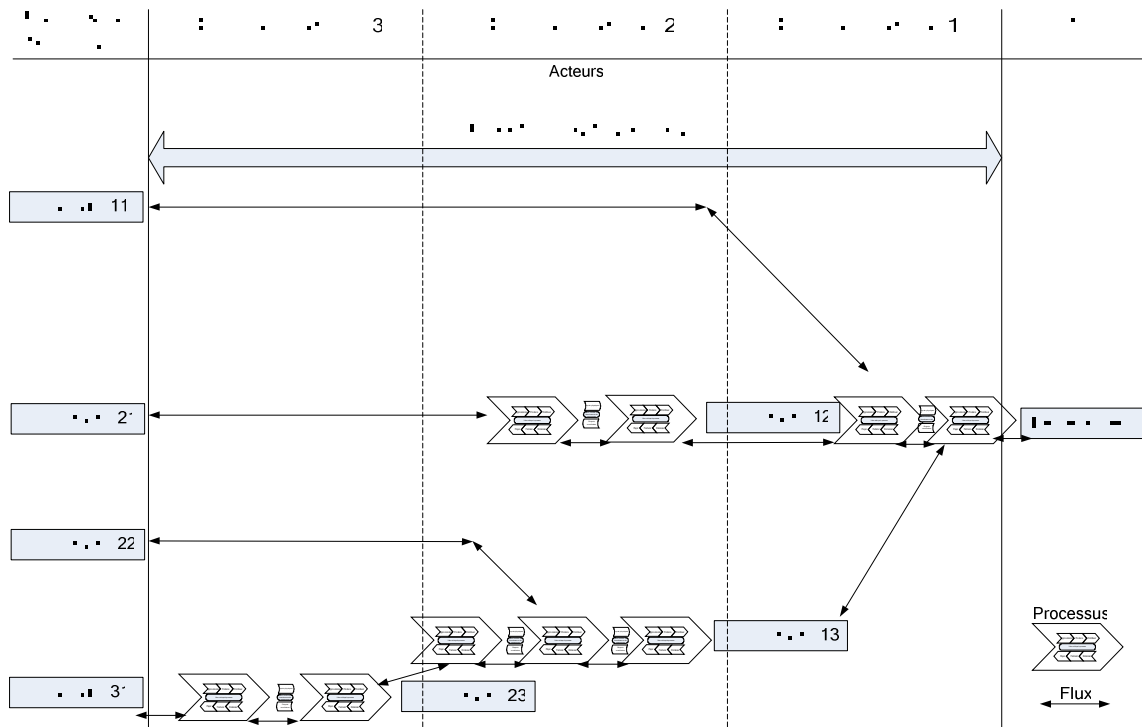


Figure 120. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit/service et ses gammes logiques au niveau microscopique.

L'analyse du domaine nous permet ainsi de distinguer trois grandes familles de flux :

- ◆ le flux principal, flux maître, flux physique (constitué d'éléments clients), ou flux client ; ce flux est le seul flux qui soit partiellement ou totalement visible ;
- ◆ le flux d'information qui englobe tout type de flux fournissant des renseignements sur les entités circulant dans le système ;
- ◆ le flux financier ; la modélisation par les processus multiples et incrémentiels permet de le modéliser soit sous la forme d'unité monétaire réelle lorsque des relations de marchés existent entre les systèmes complexes de la Supply Chain, soit sous la forme d'un flux virtuel matérialisé par un prix de cession lorsqu'il s'agit de systèmes complexes appartenant à la même firme. Pour avoir uniquement un suivi des coûts entre les entités d'un même groupe, il suffit d'indiquer dans le cadre de la modélisation que le délai de paiement est nul, et le prix de cession égal au coût de revient de l'élément client traité par le processus.

Dans le chapitre 1, nous avons constaté que les entités sont, quels que soient le niveau et les fonctions du système les éléments du flux client (qui est constitué de deux types de flux (élément matière et élément prestation)), le flux d'information et le flux financier. C'est pourquoi nous avons élaboré un modèle générique autour des éléments de flux pour le client (flux créateur de valeur), des éléments d'information et des éléments financiers. Nous considérons ainsi que le flux qui vise à satisfaire les clients s'appelle flux client, ou flux maître, tandis que le flux qui vise à satisfaire les membres de la Supply Chain est le flux financier et est la contrepartie des services et produits apportés au client. Le besoin du client induit de nombreux flux (information, financier) et entraîne ainsi la consommation de deux catégories de flux :

- ◆ le flux de matières, qui correspond à l'ensemble des matières et produits nécessaire à la satisfaction du client ;
- ◆ le flux de prestations, qui correspond à l'ensemble de la valeur ajoutée apportée par les successions de services rendus au client final. Un flux de prestation est constitué de la succession d'actions humaines à valeur ajoutée nécessitant un diagnostic, un savoir-faire non mécanisable et/ou une prise de décision.

Le flux de prestation se combine avec le flux physique pour parvenir à satisfaire le client final. Par exemple, dans une Supply Chain automobile, le flux de prestation est constitué par l'ensemble des prestations réalisées par les opérateurs (en contact avec le client final) pour satisfaire leur client (prestations de conseils, analyse du besoin, diagnostic de la panne) auxquelles se rajoutent les prestations logistiques (ensemble de décisions prises par les opérateurs logistiques permettant de commander la bonne pièce chez le bon fournisseur, de livrer la pièce au bon moment et de réparer correctement le véhicule). Ce flux de prestations, qui consomme essentiellement des ressources humaines est constitué

par une succession de prises de décisions et de travail à valeur ajouté qui permettent, avec le flux de matières de satisfaire le client. Une Supply Chain n'est pas constitué que de flux de matière, ou inversement que de flux de prestations. C'est la combinaison des deux qui permet d'apporter la satisfaction au client. La distinction entre flux de prestation et flux matière telle que nous la formulons permet de mettre en évidence les activités mécanisables des activités dans lesquelles la ressource humaine à valeur ajoutée est prépondérante.

Parmi ces flux, il existe deux catégories : les flux discrets et les flux continus : nous utilisons ainsi le concept "*d'unité de flux ou élément*" car il prend en compte à la fois les flux discrets et les flux continus.

Le modèle de connaissance générique du sous-système logique décrit ainsi les relations entre les processus et les éléments de flux. Dans le paragraphe suivant, nous présentons la structure du sous-système physique. La figure 121 présente ainsi un modèle générique du sous-système logique d'une Supply Chain. Les flux qui sollicitent les services d'une Supply Chain visent à satisfaire principalement le client de la Supply Chain, et secondairement les membres de la Supply Chain. Le flux d'information et le flux financier sont soit les prémisses, soit la résultante du déclenchement d'un processus. Par exemple un élément client sollicite un processus de livraison. Ce processus de livraison traite un ensemble d'éléments matière (produits commandés). Ce processus génère des éléments informationnels (niveau des stocks, écriture comptable...) et des éléments financiers (encaissement et décaissement d'argent).

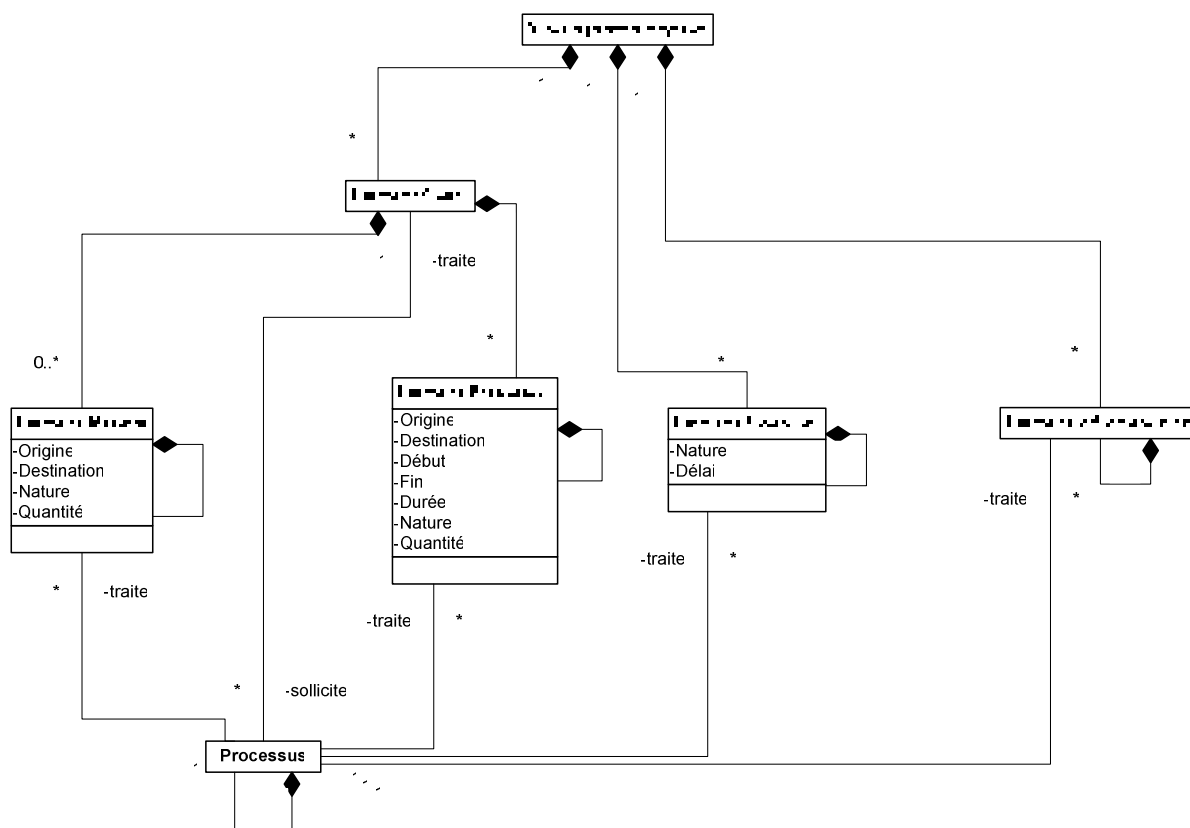


Figure 121. Diagramme agrégé de classes du Sous-Système Logique.

3.2 Structuration et Spécification du Sous-Système Physique

La méthode de décomposition par strates a été retenue pour représenter hiérarchiquement la structure du Sous-Système Physique. Elle permet de définir des sous-systèmes qui sont par ordre de décomposition décroissant :

- ◆ la Supply Chain (composée de plusieurs sites) ;
- ◆ le site dans la Supply Chain ;
- ◆ l'unité fonctionnelle dans le site (*i.e.* magasin, service, atelier) ;
- ◆ la cellule (ou rayon, ou étage suivant le type d'activité) ;
- ◆ la machine (ou linéaire, ou bureau).

Chaque niveau contient des moyens physiques dont la fonctionnalité est similaire, c'est-à-dire des moyens de transformation et de transfert des flux de matières, des flux d'informations et des flux financiers, ainsi que les interfaces nécessaires pour communiquer avec l'environnement.

Soulignons que les différents types de problèmes évoqués dans la méthodologie de modélisation (*i.e.* conception, configuration, pilotage) demandent des niveaux de détails différents en ce qui concerne une étude de modélisation, afin d'apporter une aide à la décision. Dans ce contexte de réflexion, nous présentons sur la figure 122 la décomposition hiérarchique retenue, avec les principaux flux de matières, les flux financiers, et d'informations correspondants, ainsi que le niveau de détails conseillé en fonction du type de problème rencontré.

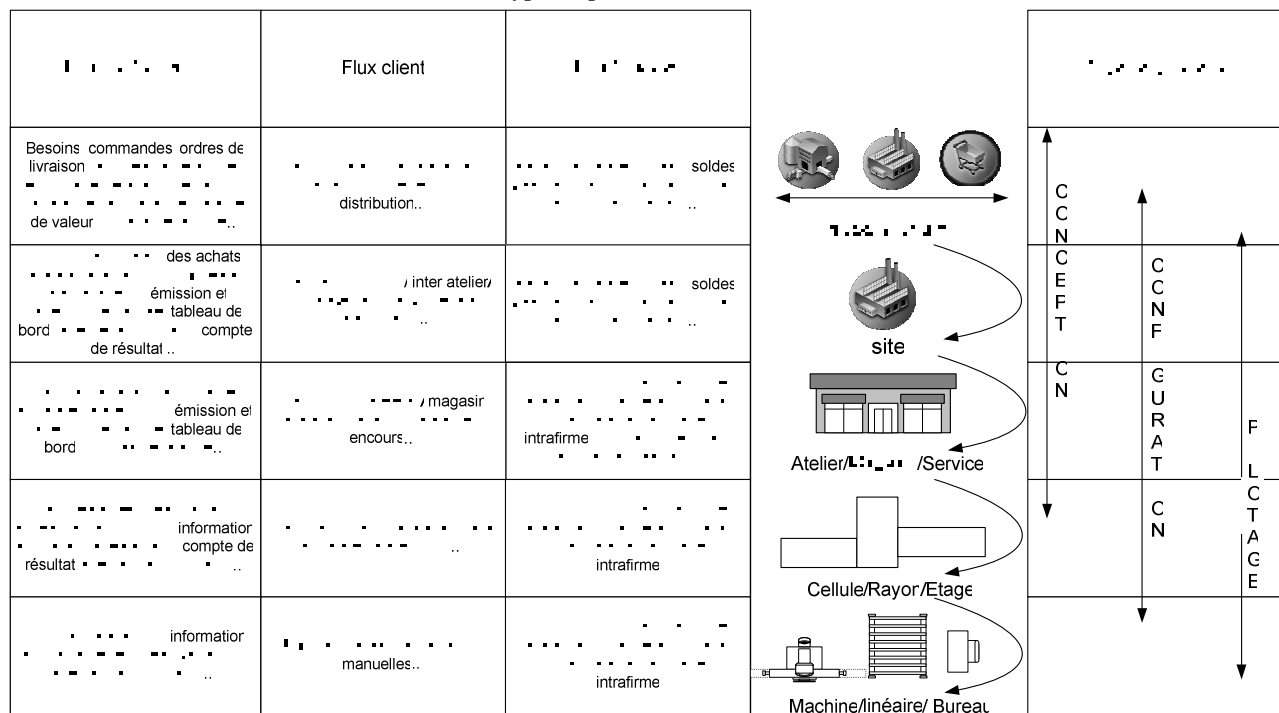


Figure 122. Décomposition par strates du Sous-Système Physique d'une Supply Chain.

Pour prendre en compte les différents termes qui qualifient les sous-systèmes hiérarchiques, nous proposons le terme générique "Business Unit" (BU). Cette décomposition hiérarchique permet une analyse descendante ou montante du sous-système physique. Les moyens nécessaires pour le traitement des flux clients peuvent être regroupés en des ensembles d'entités qui réalisent les activités fondamentales dans le processus logistique. La figure 123 présente un diagramme de classes avec un haut niveau d'abstraction du sous-système physique de la Supply Chain. Le réseau de transmission contient l'infrastructure nécessaire pour faire circuler l'information.

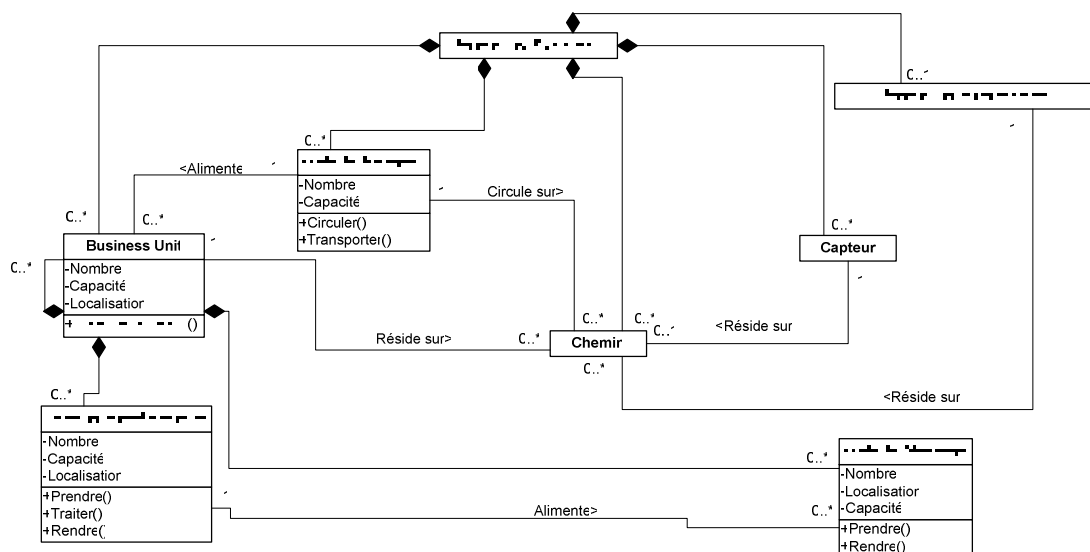


Figure 123. Diagramme de classes du Sous-Système Physique de la Supply Chain.

Pour un niveau hiérarchique quelconque, l'expert en modélisation peut définir le terme approprié en vigueur dans son système. Une Supply Chain est donc vue comme un ensemble hiérarchisé de BU pour lesquelles l'appartenance à tel ou tel groupe industriel ne présente pas de caractère d'importance lors de l'analyse du sous-système physique. Bien entendu, les ressources matérielles, humaines...appartenant au système modélisé se retrouvent dans le sous-système physique. A ce titre, les acteurs humains sont rattachés au système physique, mais leurs actions, modélisés sous la forme de flux sont elles rattachées au sous-système logique.

Le sous-système physique d'une Supply Chain est considéré comme constitué d'un réseau d'écoulement des flux clients sur lequel sont placés un certain nombre de BU et d'une ou plusieurs interfaces d'entrée/sortie interconnectant la BU au monde externe par l'intermédiaire des unités de transport. Chaque BU est composée d'unités de transformation et d'unités de stockage. Pour chaque unité de transport, de transformation et de stockage, des ressources humaines, matériels, et des moyens sont affectés pour produire des biens et services. Le fait de prévoir l'existence (par le biais de chemin et de capteur) de la circulation des unités de transport dans le réseau du flux client permet de prendre en compte les aspects de circulation dans le réseau, même si cela ne constitue pas l'objectif de notre travail.

3.3 Structuration et Spécification du Sous-Système Décisionnel

Le sous-système décisionnel assure un fonctionnement cohérent de la Supply Chain. Les différents acteurs de la coalition sont liés par une série de relations contractuelles et l'objectif de chaque coalisé est de dégager le maximum de cash flow par la satisfaction de son portefeuille clients (internes/externe à la Supply Chain). L'objectif global de la coalition d'organisations est donc de dégager le maximum de valeur financière en satisfaisant les clients de chacun. Le rôle du SSD de la Supply Chain est donc d'élaborer l'ensemble des ordres de gestion nécessaires pour que les objectifs globaux soient atteints. La mise en œuvre des politiques de gestion d'un système nécessite de pouvoir agir sur les entités des sous-systèmes logique et physique à partir des informations issues de ces deux sous-systèmes. La structuration du sous-système décisionnel nous permet de réaliser l'intégration des différentes entités de la Supply Chain et permet donc de modéliser la gestion du processus logistique.

3.3.1 Le processus logistique intégré dans la Supply Chain

C'est par l'intégration des activités planifier/budgéter (figure 124) que nous proposons d'apporter une aide à la décision sur l'ensemble des flux du processus logistique.

La planification établit sur une période déterminée l'équilibre entre les ressources de la Supply Chain et la demande adressée à cette dernière. C'est cette activité qui arbitre, donne les choix retenus pour une période donnée. Quel que soit son horizon temporel (stratégique, tactique, opérationnel), la planification a comme objectifs d'établir pour chaque période les quantités de produits et services à fournir, ainsi que les besoins en composants.

La budgétisation correspond à la traduction en unités de flux monétaire d'un planning. Aussi, pour satisfaire le client de la Supply Chain tout en dégageant le maximum de valeur (cash flow) pour les acteurs qui la composent, il est évident que ces deux activités qui sont liées et qui sont similaires (l'une pour le flux physique, l'autre pour le flux financier) doivent être réalisées ensemble, dans le même centre de décision, pour permettre un meilleur fonctionnement de la Supply Chain. La figure 124 illustre le couplage des approches de budgétisation et de planification en contexte SCM. Lorsqu'une Supply Chain est interne (Colin, 2004) (*i.e.* tous les processus sont coordonnés et appartiennent à la même entreprise), il y a équivalence entre la Supply Chain et le groupe managérial. Lorsque la Supply Chain est à la fois externe et interne, le Supply Chain manager (ou l'équipe de Supply Chain Management) apparaît comme un coordonnateur intergroupe (figure 125). Le coordonnateur est le supply chain manager / le manager / l'acteur / ou l'ensemble d'acteurs pour lequel sont conçus les modèles d'aide à la décision permettant la planification et la budgétisation des activités de la Supply Chain. La coordination du processus logistique se fait par la communication des prévisions entre les différentes entités qui composent la Supply Chain. Cette communication des prévisions permet l'intégration des processus décisionnels entre les entités légales et donc l'intégration du processus logistique. Comme des informations confidentielles sont véhiculées (prévisions des ventes, processus de fabrication...) aux différentes compagnies de la Supply Chain, on peut dès lors supposer que les prix de ventes finaux et intermédiaires entre les entités qui composent la Supply Chain ainsi que les conditions de paiement sont connues et sont non confidentielles entre les acteurs de la Supply Chain.

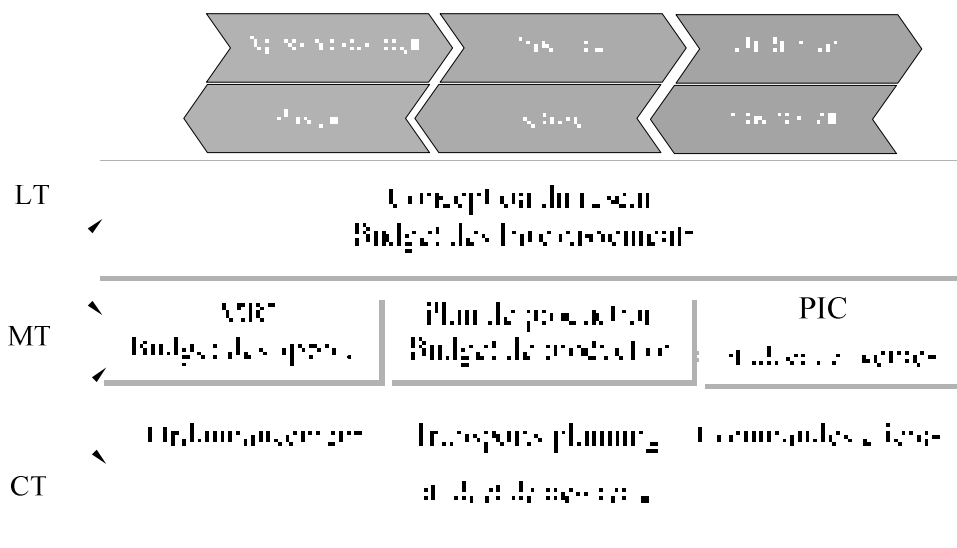


Figure 124. L'intégration des différents horizons décisionnels pour les flux physiques et financiers dans une business unit de la Supply Chain.

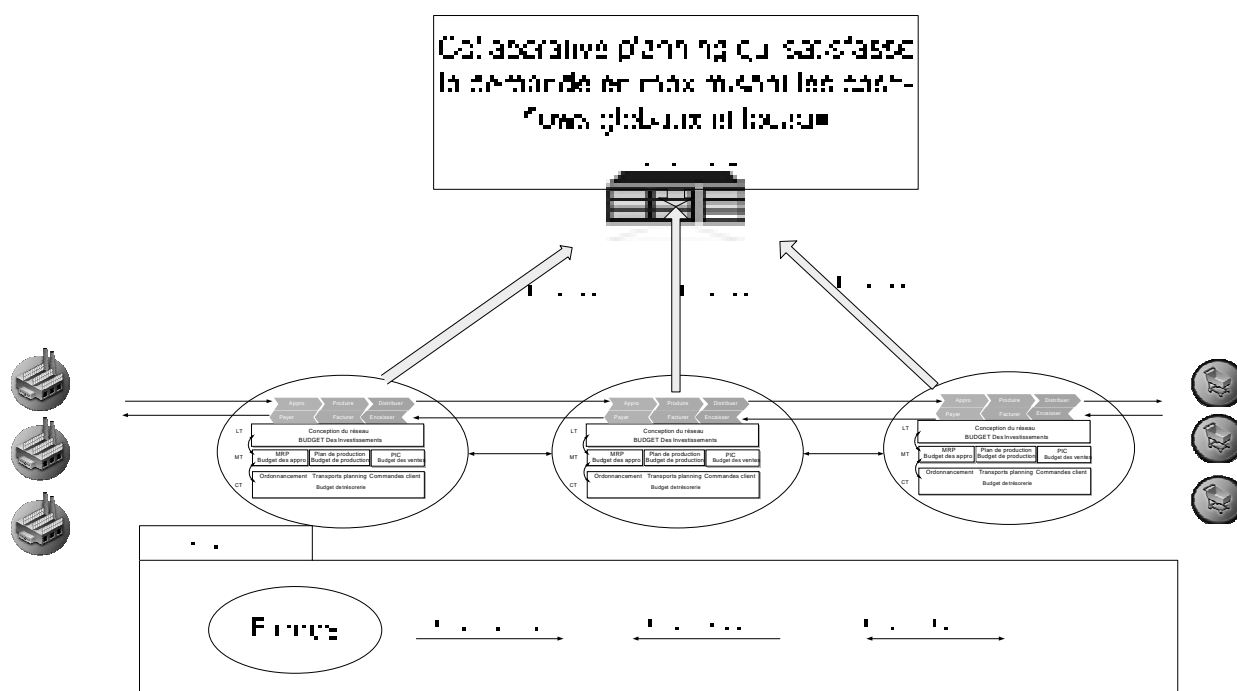


Figure 125. Collaborative planning dans le sous-système décisionnel de la Supply Chain.

L'intégration des flux physiques, des flux d'information et des flux financiers permet d'envisager la coordination des différentes entités par un processus logistique global unique pour un fonctionnement collaboratif de la Supply Chain. Une bonne intégration des activités techniques et organisationnelles dans la Supply Chain dépend de la capacité qu'ont les concepteurs/gestionnaires de cette dernière à élaborer et maîtriser son sous-système décisionnel. La conception de ce sous-système comme l'amélioration de son efficacité constituent un ensemble de problèmes difficiles à résoudre, de par la complexité propre à une Supply Chain.

Pour intégrer dans un modèle commun les flux d'information, les flux de matières et les flux financiers afin de construire un modèle de connaissance de la Supply Chain, nous présentons dans le paragraphe suivant, la solution que nous avons retenue pour structurer et modéliser le sous-système décisionnel d'une Supply Chain.

3.3.2 La structure du sous-système décisionnel

Le sous-système décisionnel est composé de l'ensemble des règles de gestion, de pilotage et de contrôle, permettant le fonctionnement satisfaisant de la Supply Chain. Une règle comporte un ensemble de prémisses et de conséquents. Toutes les règles dont les prémisses concernent plusieurs entités des sous-systèmes logique et/ou physique appartiennent au sous-système décisionnel. De même, toutes les règles dont les actions portent sur plusieurs entités des sous-systèmes logique et/ou physique, appartiennent au sous-système décisionnel. La collecte de l'information nécessaire au sous-système décisionnel est réalisée :

- ♦ en interrogeant les objets cibles, si cette information est accessible à partir de leurs attributs ;
- ♦ en implantant des objets dédiés à cette collecte d'informations : c'est le rôle des capteurs. Un capteur est donc nécessaire dès que le sous-système décisionnel veut disposer d'une information qui n'est pas directement procurée par l'entité qui l'intéresse.

La prise de décision est réalisée par le sous-système décisionnel à partir de ces informations qui sont implantées dans les sous-systèmes logique et physique en modifiant les valeurs des attributs et/ou le comportement des entités visées, et en actionnant des actionneurs qui arrêtent le cheminement des éléments de flux de matières. La communication entre les trois sous-systèmes logique, physique et décisionnel n'est donc réalisée qu'avec des capteurs, des actionneurs et des flux d'information. Notons que ces flux d'information peuvent être "informels" (*i.e.*, non automatisés et réalisés par un acteur humain).

Ces flux peuvent être considérés comme un ensemble de données utilisées à court et long terme concernant à la fois l'information et les ordres de gestion sur l'état des différentes entités physiques. D'une certaine manière, capteurs et actionneurs constituent l'interface entre le sous-système logique et le sous-système décisionnel d'une part, et l'interface entre le sous-système physique et le sous-système décisionnel d'autre part.

Les règles qui composent le sous-système décisionnel peuvent avoir une structure plus ou moins complexe. Nous avons adopté une démarche de structuration par échelons ainsi qu'une démarche de répartition distribuée de la décision qui modélise aussi bien la coordination des activités par le marché que par la hiérarchie (Williamson, 1988). Pour prendre en compte les différents termes qui qualifient les différents échelons, nous proposons le terme générique "unité de management logistique". Ainsi, pour un échelon d'un niveau quelconque, l'expert en modélisation utilise le terme approprié en vigueur dans le système modélisé (usine, entreprise...). On peut cependant supposer qu'à l'intérieur de chaque entité légale (au sens juridique du terme) (*i.e.* société, établissement...) on retrouve une décomposition hiérarchique traditionnelle de l'autorité sous forme d'organigramme.

Les moyens nécessaires pour le traitement des flux d'information (ordres, factures, et retour de l'information) qui composent le sous-système décisionnel d'une Supply Chain, peuvent être regroupés en des ensembles d'entités qui réalisent les activités fondamentales nécessaires à la gestion du processus logistique.

Dans le travail présenté, nous ne nous intéressons qu'aux aspects décisionnels (décisions prises, prémisses nécessaires et conséquents) des différentes unités de management, et non à l'aspect fonctionnel (quelles sont les activités nécessaires pour aboutir à une décision à partir d'une information ? Comment les ordres de fabrication sont-ils établis ?). Nous n'avons pas l'objectif de modéliser le fonctionnement des réseaux informatiques de la Supply Chain, ni le fonctionnement interne des différentes unités de pilotage.

Dans ce contexte, le sous-système décisionnel est constitué de centres de décision (*i.e.* l'unité de management logistique) répartis aux différents niveaux hiérarchiques. Le terme générique (figure 126) "centre de décision" permet à l'expert en modélisation de se concentrer uniquement sur l'aspect décisionnel de l'unité de gestion et de contrôle, sans s'intéresser à son fonctionnement interne (si c'est un homme qui prend la décision, si elle est prise après une réunion, ou si c'est un ordinateur qui décide).

De plus, le concept de centre de décision, fréquemment utilisé dans la méthodologie ASCI permet, (Chabrol et Sarramia, 2004) d'intégrer une modélisation multi-agents du sous-système décisionnel en supposant que chaque centre de décision constitue un agent.

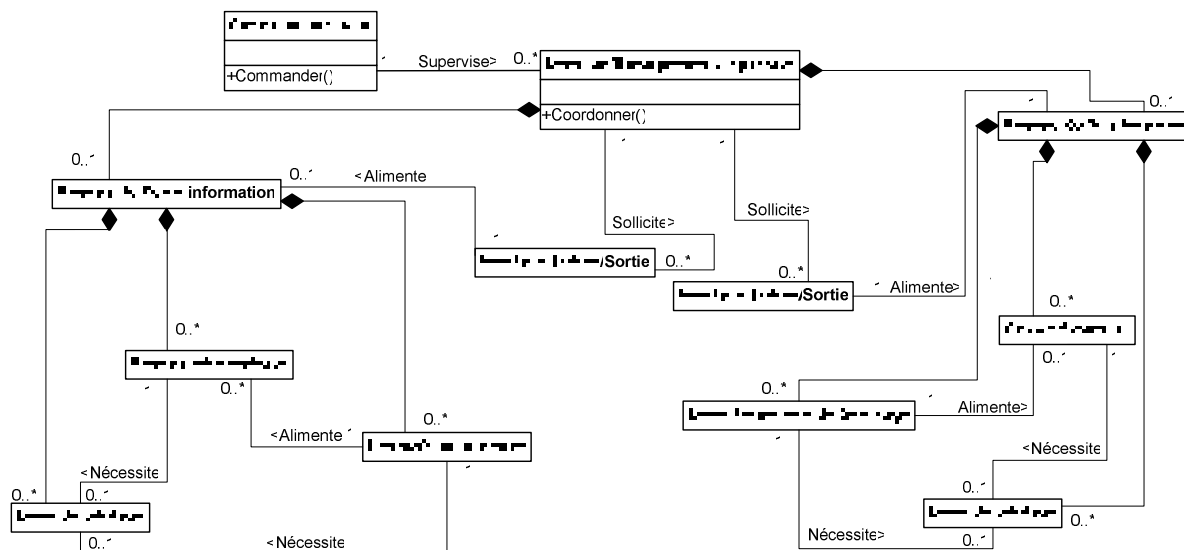


Figure 126. Diagramme de classes du Sous-Système Décisionnel.

La CPE du processus de prise de décision (figure 127) dans une unité de management du sous-système décisionnel montre en contexte d'évaluation ex-ante le processus de modification d'un planning suite à un événement provoqué par le client final de la Supply Chain.

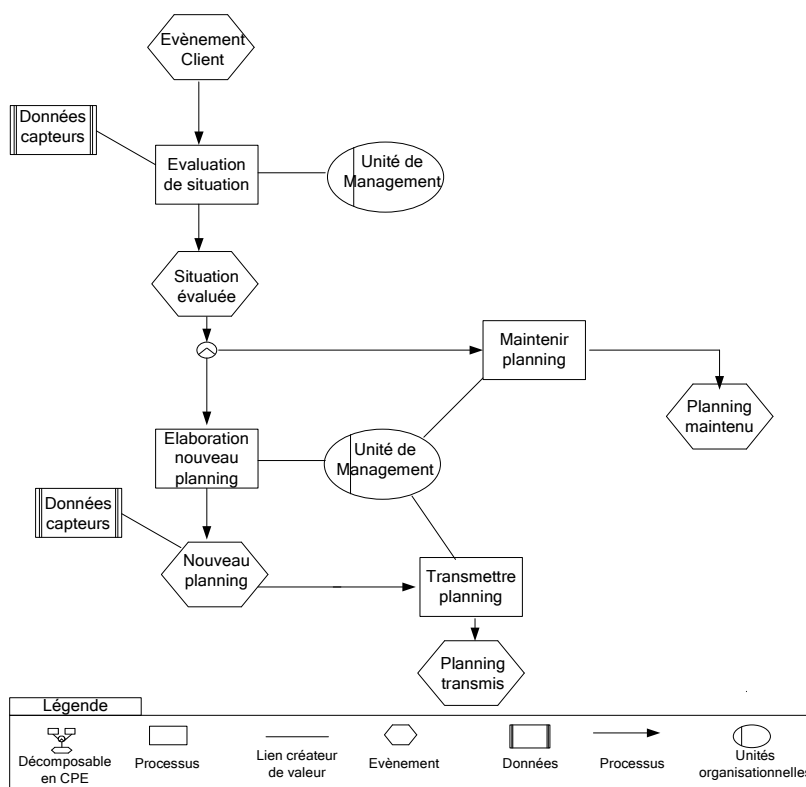


Figure 127. CPE du processus de prise de décision dans le Sous-Système Décisionnel.

La nouveauté de l'approche proposée réside finalement dans la volonté de combiner budget et planification dans le cadre de l'aide à la décision. En effet, l'approche que nous proposons permet de reproduire dans les modèles informatiques d'aide à la décision une prise de décision à différent niveau de granularité et pour différents horizons qui intègre des critères du flux financiers.

3.4. Liens entre les trois sous-systèmes et modèle de connaissance

Les associations entre les trois sous-systèmes logique, physique et décisionnel sont montrées par la figure 128. Elles permettent d'identifier les interactions entre les différentes entités appartenant à la Supply Chain et d'en intégrer la dynamique. Le modèle global d'une Supply Chain caractérise les liens entre les trois sous-systèmes et présente à la fois une vision opérationnelle et une vision fonctionnelle pour la classe de système.

Le sous-système décisionnel assure une cohérence globale de la dynamique de la Supply Chain. A cet effet, il doit :

- modifier, par ses décisions, l'évolution du sous-système physique ;
- déterminer le routage des éléments de flux en fonction des processus et de l'état du système ;
- gérer l'affectation, l'attribution et la restitution des différentes ressources ;
- appliquer des règles globales et des règles locales aux ressources en fonction par exemple de critères financiers.

On constate donc que les entités clés considérées explicitement, aussi bien relativement à l'environnement du système qu'à tous les niveaux et par toutes les fonctions du système, sont les éléments de flux client (flux de matières et de prestations) de flux d'information (ordres de commande, ordres de fabrication, ordres de livraison, factures, acomptes...) et de flux financier.

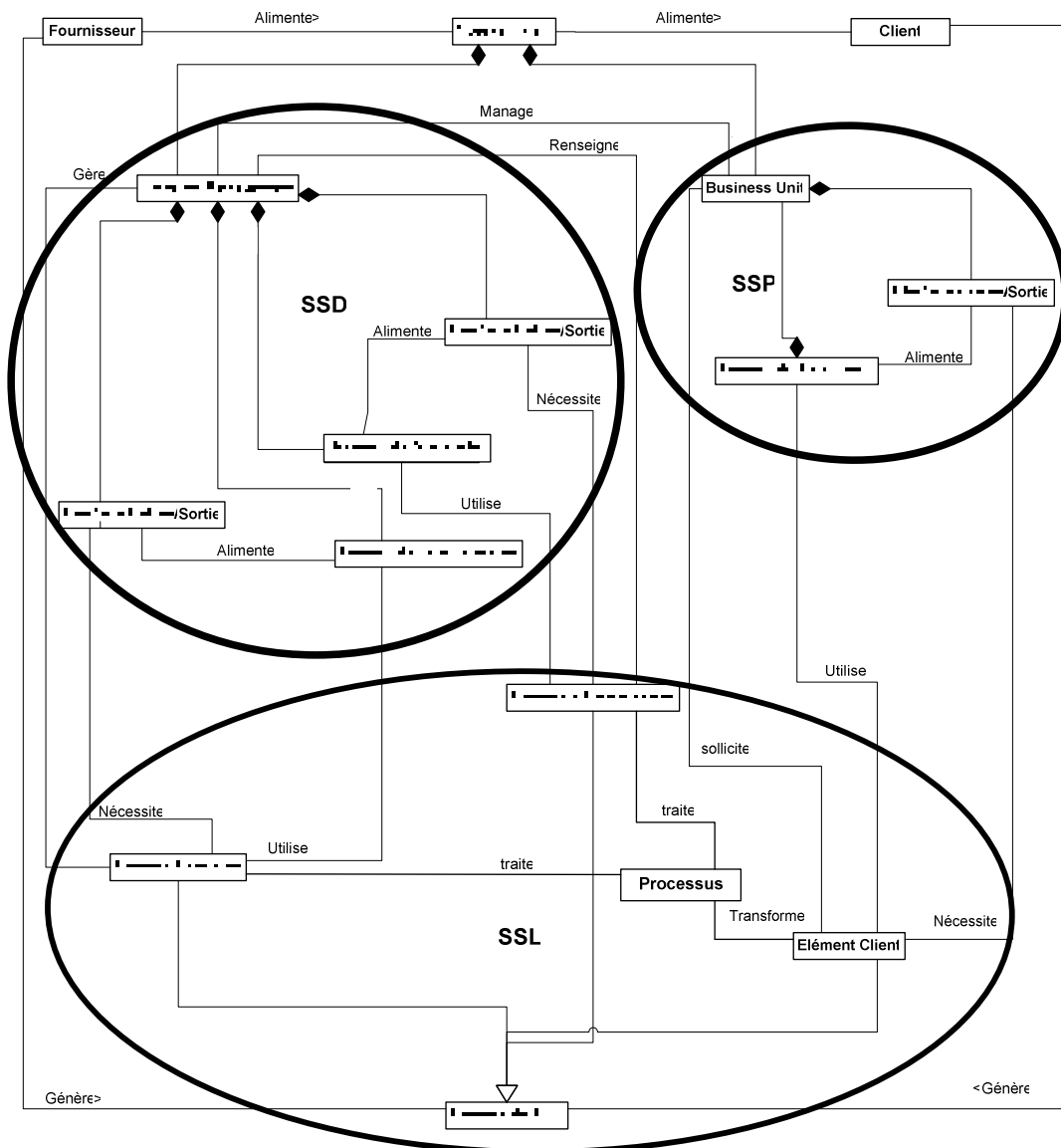


Figure 128. Expression des communications entre les 3 sous-systèmes.

3.5. Spécification du comportement des objets à l'aide des processus multiples et incrémentiels

Intégrer les différentes entités organisationnelles de la Supply Chain dans un même processus logistique (multiple et incrémentiel) passe par la capacité à assurer leur compatibilité et leur cohérence. Les Chaînes de Processus Événementielles (CPE) du processus logistique montrent l'intégration des activités de planification (intégration de l'activité planifier/ budgéter au niveau opérationnel) dans le processus logistique (figure 129, figure 130, figure 131). Cependant, compte tenu de la complexité du processus logistique, et des différentes activités qui le composent, un niveau d'abstraction élevé a été choisi pour rendre plus claire l'intégration. Nous supposons qu'au niveau opérationnel, la planification porte sur une demande effective, connue. Au niveau tactique comme stratégique, la planification porte sur des prévisions de demande de moyen ou long terme. Un processus logistique intégré signifie que les différents acteurs de la chaîne communiquent entre eux la demande effective qui leur est adressée, mais aussi leurs prévisions de manière à permettre à chaque acteur de planifier en fonction des besoins de ses clients.

Lors de la phase de planification stratégique (figure 129), les acteurs de la coalition, suite à une analyse du marché (étude des besoins, de la variabilité d'expression des besoins, de la concurrence, des fournisseurs ou partenaires potentiels...) se fixent comme objectif de fabriquer un ensemble de types de produits/services caractérisés par leur gammes/nomenclatures. Ils en déduisent donc les types de ressources de production que la Supply Chain dans son ensemble devra intégrer. Une fois ces types de ressources définies, toujours à partir de l'analyse du marché, les acteurs de la Supply Chain déterminent, pour une période (ou horizon) donnée, quels doivent être les quotas de produits/services que le système doit délivrer pour atteindre un rendement financier satisfaisant. Ces paramètres étant fixés, les acteurs s'efforcent, ensuite, de déterminer le degré de flexibilité de leur système tel que le rapport (efficacité du système sur coûts de production/gestion) soit le meilleur possible, puis à un agencement des différents processus dans la Supply Chain. Le résultat de cette étude conduit à un schéma logique d'écoulement des flux pour le client (structure de la topologie de la Supply Chain) qui sert de support de réflexion pour déterminer les modes de transport/manutention et pour ajouter dans le système les moyens de stockage et de transport/manutention correspondants (dimensionnement des moyens qui constituent la Supply Chain) et donc de réaliser la conception de la Supply Chain. Notons que le réseau d'écoulement des flux financiers est constitué sur le même modèle que le réseau d'écoulement des flux clients, mais fonctionne principalement en sens opposé. Enfin, le réseau d'écoulement des flux d'information fournit aux managers les éléments nécessaires pour la prise de décision tout au long du processus logistique intégré. Cette étape de conception finie, le système est construit et mis en route. La chaîne de processus événementielle du processus logistique au niveau macroscopique montre l'importance des prévisions de la demande comme étant l'élément central pour concevoir la Supply Chain.

La problématique des acteurs de la Supply Chain, lors des phases tactiques (figure 130) et opérationnelles (figure 131) est alors d'élaborer, pour une période plus ou moins longue, des plans de production de biens et services qui tiennent compte :

- ◆ de la demande du marché (prévisions), voire de travailler sur la demande réelle (commandes clients) au niveau opérationnel (pour établir des prévisions opérationnelles),
- ◆ des produits disponibles en stock, de la capacité de réaction des fournisseurs du système, et dans une perspective intégrée des flux, du niveau de trésorerie des entités de la Supply Chain.

Les contraintes de production avec le niveau de qualité requis et à moindre coût tout en respectant les délais se doivent d'être intégrées également au niveau opérationnel.

Les niveaux mesoscopique et microscopique supposent de détailler davantage chaque processus. Les différentes CPE présentées dans ce paragraphe considèrent la BU "Supply Chain" (on est donc au niveau macroscopique) mais on peut tout a fait retrouver les mêmes CPE pour des BU de niveaux de granularité plus fins.

Ainsi, les managers du sous-système décisionnel réalisent l'interface entre l'environnement de la Supply Chain (clients, fournisseurs non intégrés...) et les processus internes de la Supply Chain. Ils élaborent à un haut niveau de décision des plans en analysant les flux de matières, les flux d'information, et les flux financiers tout en tenant compte de l'état réel de la Supply Chain (entités en état de marche, taux de ressources humaines disponibles, état des stocks, des en-cours...). Ces plans de collaboration (MRP, DRP, PIC, PDP...), dont la définition a été donnée dans le chapitre 1, constituent la charge de la Supply Chain pour une période donnée et conduisent à la définition de contraintes que doit s'efforcer de respecter chaque entité de la chaîne pour satisfaire les objectifs que les acteurs ont négociés et se sont fixés. Une trajectoire idéale des flux de matières à travers la Supply Chain est établie au moyen des bilans des flux (en considérant les rendements des flux nominaux - entrant et sortant), et c'est en comparant la trajectoire réelle des flux (défaut du bilan des flux) avec cette trajectoire idéale que les managers de la Supply Chain peuvent conclure si les objectifs sont atteints.

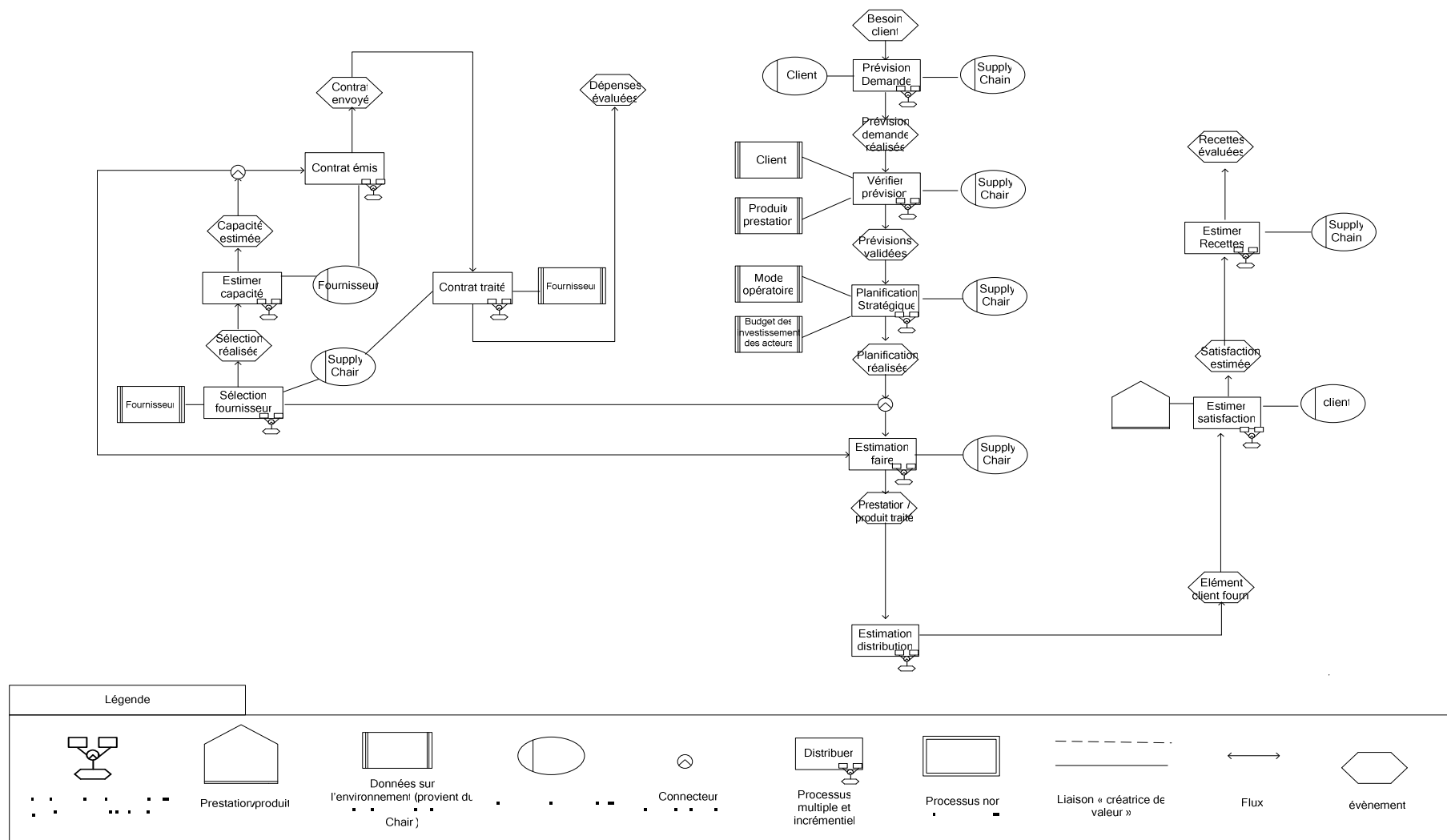


Figure 129. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes stratégiques au niveau d'une business unit.

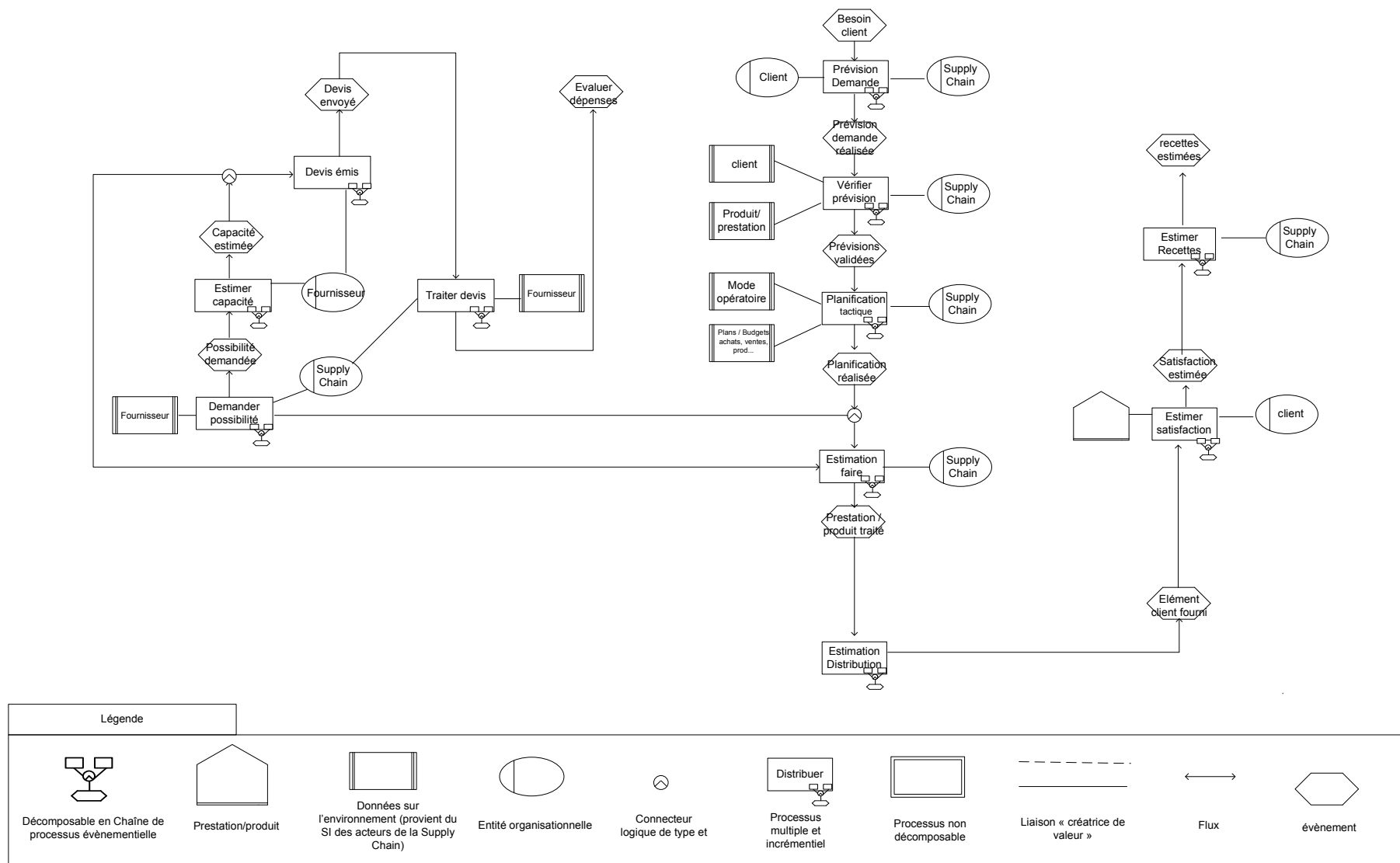


Figure 130. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes tactiques au niveau d'une business unit.

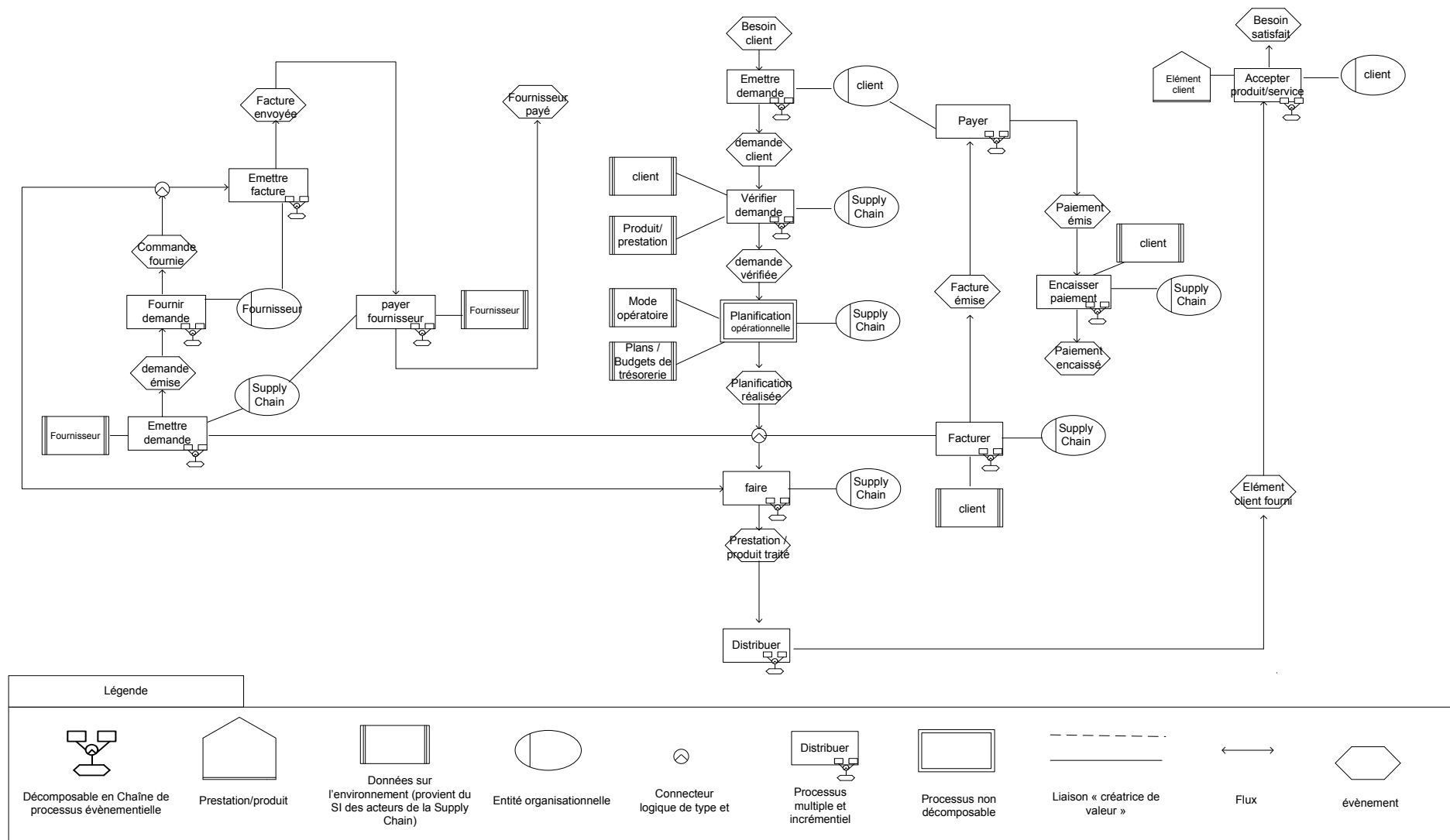


Figure 131. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes opérationnels au niveau d'une business unit.

Nous avons proposé un modèle générique pour le domaine des Supply Chains à l'aide d'une approche orientée objet. Ce modèle est composé :

- ◆ d'éléments de flux (de matières premières, de composants...) qui entrent dans la Supply Chain - ou flux amont générés par les fournisseurs non intégrés (décrits par les nomenclatures) ; les éléments de flux financiers viennent en contrepartie de tout élément physique entrant dans la Supply Chain ;
- ◆ de l'ensemble des processus élémentaires qui transforment les flux de matières et de prestations, les flux d'information, les flux financiers et l'ensemble des ressources nécessaires qui réalisent les processus élémentaires. Ces ressources sont modélisées par les réseaux d'écoulement des flux ;
- ◆ d'éléments de flux (de produits/de services) qui sortent de la Supply Chain (ou flux aval), et qui sont fournis aux clients en contrepartie d'éléments de flux financiers qui entrent dans la Supply Chain.

4. Conception et Implantation de modèles génériques d'action pour l'évaluation du processus logistique pour le SCM : l'approche PREVA

Les phases d'analyse et de spécification du domaine permettent ainsi à l'expert en modélisation de maîtriser le domaine étudié, mais apportent très rarement des réponses aux problèmes spécifiés, à savoir l'évaluation de l'impact des décisions prises dans le flux physiques sur le comportement du flux financier. L'objet de cette section est de présenter l'approche que nous utilisons pour coupler flux physique et flux financier dans l'évaluation de la Supply Chain. Cette approche permet d'expliquer la formation des flux financiers dans la Supply Chain en contexte d'aide à la décision. Nous avons appelé cette approche PREVA pour P*RO*cess E*VA*luation. Cette approche permet soit d'évaluer différents plannings proposés par des modèles d'actions mathématique ou issus d'un couplage heuristique/simulation, soit d'être utilisée pour construire des modèles d'action intégrant des contraintes du flux financier. Cette approche couple un modèle analytique qui évalue la création de valeur financière du processus logistique avec un modèle d'action permettant l'évaluation ou l'optimisation du fonctionnement du flux physique du processus logistique. Elle est utilisable quel que soit le niveau de granularité ou l'horizon décisionnel, et constitue en ce sens une première réponse à l'intégration de méthodes pour l'évaluation du flux financier dans les outils d'aide à la décision pour le SCM.

Nous présentons tout d'abord le principe général de l'approche. Le chaînage des modèles pour le flux financier avec des modèles d'action pour l'évaluation ou l'optimisation des flux physiques du processus logistique est ensuite présenté. Nous détaillons le modèle analytique permettant de formaliser et d'expliquer la formation des flux financiers dans le processus logistique puis concluons cette section en montrant comment, à l'aide d'un tableau de bord décisionnel interfacé avec le système d'information des BU de la Supply Chain, ce chaînage de modèles apporte une aide à la décision intégrant les flux financiers pour le SCM.

4.1 Principe fonctionnel de l'approche PREVA (P*RO*cess E*VA*luation)

L'étude des différentes méthodes de valorisation issues du Supply Chain Costing lors du chapitre 2 montre que les modèles ABC sont les plus adaptés pour évaluer les coûts dans la Supply Chain. En ne prenant pas en compte les aspects dynamiques du flux financier (délais de paiement...) ce type de modèle explique la formation des coûts dans une Supply Chain, mais n'explique pas la formation des flux financiers. Nous proposons d'intégrer cet aspect en proposant une approche qui, tout en se basant sur le principe causal d'ABC, permet d'expliquer la formation des flux financiers dans la Supply Chain dans une perspective d'aide à la décision.

Nous présentons d'une part le principe conceptuel de l'approche PREVA et d'autre part sa généralité dans le contexte de l'aide à la décision. L'approche permet d'évaluer aussi bien une Supply Chain Industrielle qu'une Supply Chain prestataire de services.

Cette approche permet de lier flux physique et flux financier. La spécification des flux dans la Supply Chain issue du modèle de connaissance générique du domaine permet d'identifier les liens de causalités existants entre les diverses familles de variables logistiques impactant la performance des flux d'une Supply Chain. Ces liens entre familles de variables logistiques sont présentés sur la figure 132 à un niveau d'abstraction élevé et sont donc très simplifiés.

De plus, nous avons également montré que le niveau de cash flow constituait à court, moyen et long terme le critère principal liant les différents indicateurs financiers de la chaîne logistique. Le diagramme ARIS "de cause des facteurs clés de succès" (figure 132) montre ainsi les liens entre la satisfaction client (d'un point de vue logistique) et la satisfaction "actionnaires" pour une BU de la Supply Chain.

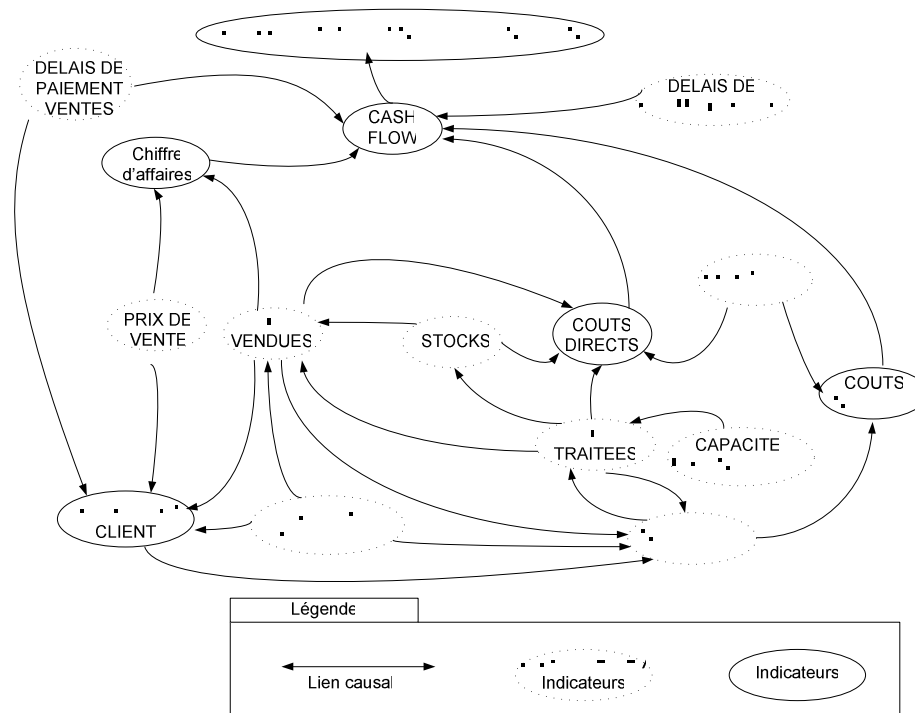


Figure 132. Diagramme de cause entre les différentes variables logistiques décisionnelles.

Ces différents liens (présentés ici de manière très générale) permettent d'identifier, lors de l'instanciation du modèle de connaissance générique sur un système de la classe, les causes de consommation de ressources dites indirectes (relativement à un item) et d'expliquer la formation des coûts. L'intégration des délais de paiement et l'élimination des charges calculées permet d'identifier pour une période le cash flow généré, ainsi que les niveaux de trésorerie dans l'entité modélisée (pour n'importe quelle business unit de la Supply Chain, où la Supply Chain dans son ensemble si cela a une signification).

Nous proposons de concevoir et d'évaluer l'activité du processus logistique en trois étapes qui se matérialisent par la conception de deux modèles d'action :

- ♦ la première étape concerne l'évaluation de la performance du flux physique (utilisation de modèles d'action couplant simulation à événements discrets et heuristiques) ou l'optimisation du flux physique du processus logistique (modèle d'action générant plusieurs solutions optimales). Cette première étape permet de connaître, d'un point de vue décisionnel les niveaux de performance attendus pour l'activité du flux physique du processus logistique de la Supply Chain ;
- ♦ la deuxième étape concerne l'évaluation du flux financier. Les éléments fournis par le modèle d'action du flux physique, sous la forme de planning constituent la variable d'entrée du modèle d'action analytique que nous proposons pour expliquer la formation du flux financier et en proposer une évaluation. Le modèle permet d'évaluer l'efficacité et l'efficacité du flux financier sous la forme de plusieurs indicateurs génériques dont nous donnerons le détail dans la suite de cette section ; ce modèle, pour pouvoir fonctionner nécessite d'être alimenté en informations provenant du système d'information des BU composant la Supply Chain ;
- ♦ la troisième étape concerne la structuration de l'information décisionnelle fournie par le couplage des deux modèles sous la forme d'un tableau de bord prospectif pour le SCM.

La figure 133 présente le fonctionnement global de l'approche et montre le chaînage des modèles.

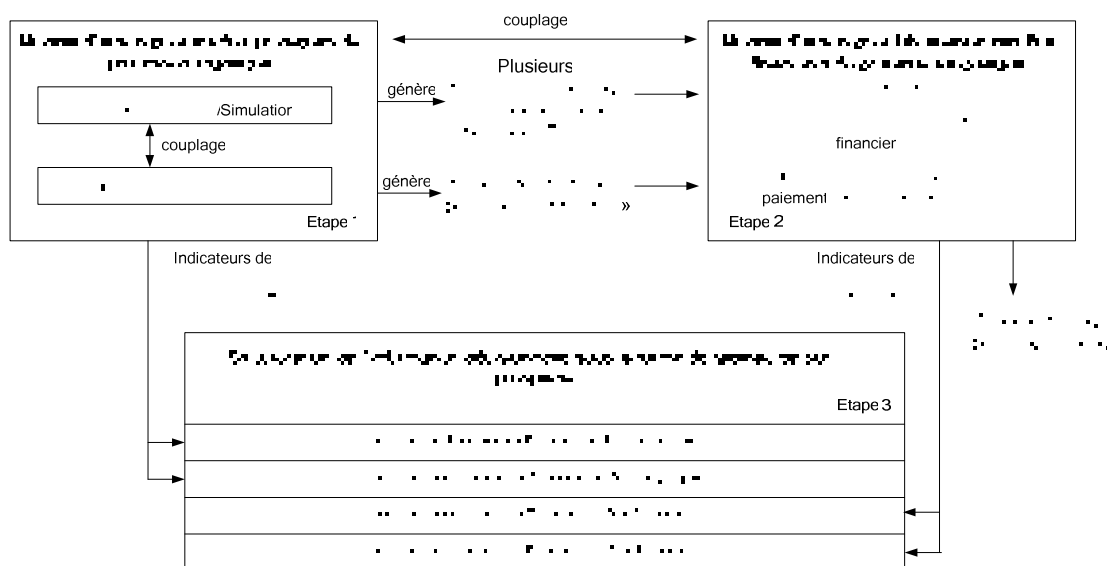


Figure 133. Fonctionnement global de l'approche PREVA et chaînage des modèles d'action.

Cette approche permet d'associer à toute planification de la Supply Chain un budget. Le modèle d'action pour l'évaluation des flux financiers est générique quel que soit le niveau décisionnel donné.

4.2. Chaînage des modèles d'action pour l'évaluation financière du processus logistique suivant les horizons décisionnels

Dans un premier temps, un modèle d'action pour le flux physique, (simulation / optimisation), conçu à partir du modèle de connaissance, fournit un planning collaboratif qui donne les quantités de produits et services à traiter, éventuellement l'ordre de traitement des services et produits, les quantités physiques d'inducteurs de coût (au niveau tactique), voire le type de processus (au niveau stratégique) mais aussi également la satisfaction client (au sens logistique du terme).

Le modèle d'action pour le flux physique du processus logistique fournit :

- ♦ un ou plusieurs plannings résultant d'un couplage heuristique / simulation ; ces plannings correspondent à des scénarii pour la Supply Chain. Ces plannings constituent des solutions admissibles pour le flux physique. Ils ont été obtenus à l'aide d'heuristiques qui modélisent la prise de décision dans la Supply Chain. Les critères de performances de flux physiques résultants de ces scénarii sont évalués à l'aide d'un modèle de simulation à événements discrets et les critères de performance du flux financier sont évalués par le modèle analytique. La prise de décision du Supply Chain Manager (ou des décideurs, si la décision est distribuée) est modélisée à l'aide d'heuristiques. Ces heuristiques pourront intégrer une dimension financière dans les choix :
 - priorité pour les éléments clients dégageant le maximum de marge ;
 - priorité pour les éléments clients qui sont payés en premier ;
 - priorité pour les éléments clients qui ont une valeur en stock plus élevée ;
 - priorité pour utiliser une BU plutôt qu'une autre ...
- ♦ un ou plusieurs plannings résultants d'un modèle d'optimisation. Si plusieurs solutions optimales sont obtenues, le chaînage de ce modèle d'optimisation avec le modèle analytique que nous proposons permet de sélectionner la meilleure solution d'un point de vue flux financier.

Le modèle d'action analytique pour le flux financier du processus logistique fournit :

- ♦ un budget ABC pour tout planning provenant du modèle d'action précédent ; ce budget ABC du planning est évalué suivant le critère de marge ABC réalisée ; ce critère, qui est construit à partir d'un modèle ABC du processus logistique, permet de déterminer pour tout produit ou service, toute BU, toute compagnie, voire toute la Supply Chain le niveau de marge ABC réalisée par planning. Ce budget renseigne également sur la valorisation des stocks, les niveaux de coûts directs et indirects générés par le planning associé.

- ♦ un budget de trésorerie pour tout planning provenant du modèle d'action précédent ; ce budget, traduction du planning en unités de compte monétaire, évalue le niveau de cash flow réalisé pour toute BU, compagnie, ou pour la Supply Chain dans son ensemble (si cela a une signification). Ce budget permet de déterminer période par période pour toute BU la position de trésorerie de l'entité.
- ♦ une évaluation du manque à gagner relativement au planning proposé ; ce manque à gagner que nous nommons potentiel de marge ABC évalue le manque à gagner pour le planning proposé en déterminant le niveau de marge qu'aurait généré une satisfaction client de 100 % par rapport au taux de satisfaction proposé.

Bien qu'utilisant la même structure, le couplage du modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers avec un modèle d'action pour les flux physiques sera différent suivant les horizons temporels.

Au niveau opérationnel, le modèle d'action donnera un planning contenant les consommations physiques des ressources et la quantité de production de bien et services par BU sur la période d'utilisation, ainsi que le découpage de la maille temporelle. Ces éléments permettront d'évaluer la consommation de ressources directes et indirectes et le chiffre d'affaires sur la période de planification. A ce stade, par l'intermédiaire du modèle analytique du processus logistique, marge ABC et potentiel de marge sont déterminés. Enfin, par l'intégration des délais de paiement sur les ressources et les ventes, le niveau de cash flow est évalué. Ainsi, à ce niveau de finesse, l'approche permet de lier et d'évaluer la trésorerie d'une BU de la chaîne avec l'ordonnancement et/ou le planning de livraison. La figure 134 montre ainsi les liens entre PREVA et le modèle d'action utilisé pour une planification collaborative au niveau opérationnel. Le modèle peut être utilisé quel que soit le niveau de modélisation (*i.e.* macroscopique/mesoscopique/ microscopique).

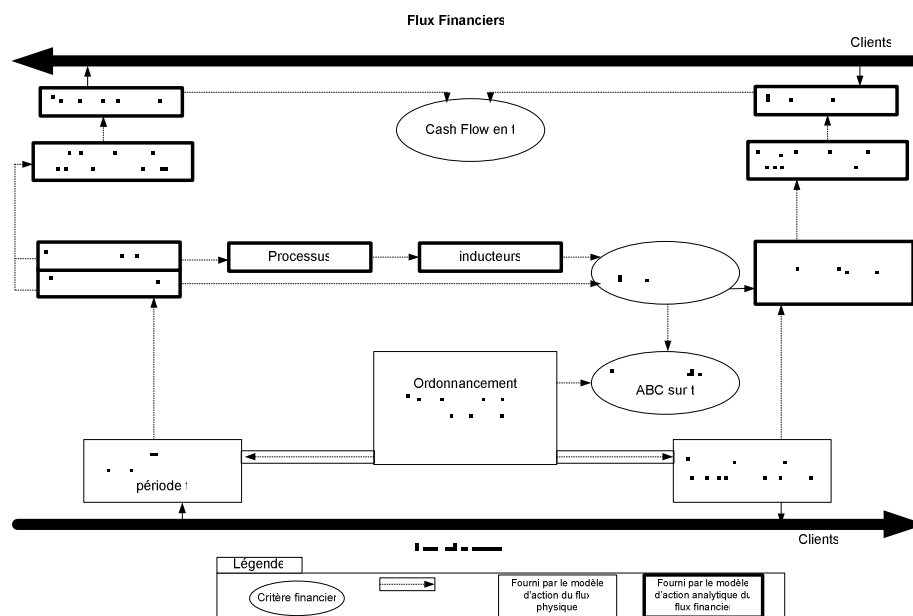


Figure 134. Approche PREVA et niveau opérationnel.

Au niveau tactique, le couplage des modèles d'action dans PREVA suppose que le modèle d'action du flux physique donne des informations différentes : en effet, sur la période d'analyse, les plannings de type MRP, DRP, PDP fournissent au modèle d'évaluation de performance les consommations physiques de ressources, le niveau de production de bien et services mais aussi les différentes quantités d'inducteurs ABC consommées par le processus logistique. Dès lors, par l'intégration des délais de paiement, le modèle évalue l'activité du processus logistique par rapport au niveau de cash flow. Marge ABC, potentiel de Marge ABC ainsi que niveau de cash flow par BU comme pour la Supply Chain sont ainsi évaluées. La figure 135 illustre ainsi les liens entre PREVA et le modèle d'action utilisé au niveau tactique pour une planification collaborative. L'approche pour ce type de problème peut être utilisée quel que soit le niveau de granularité.

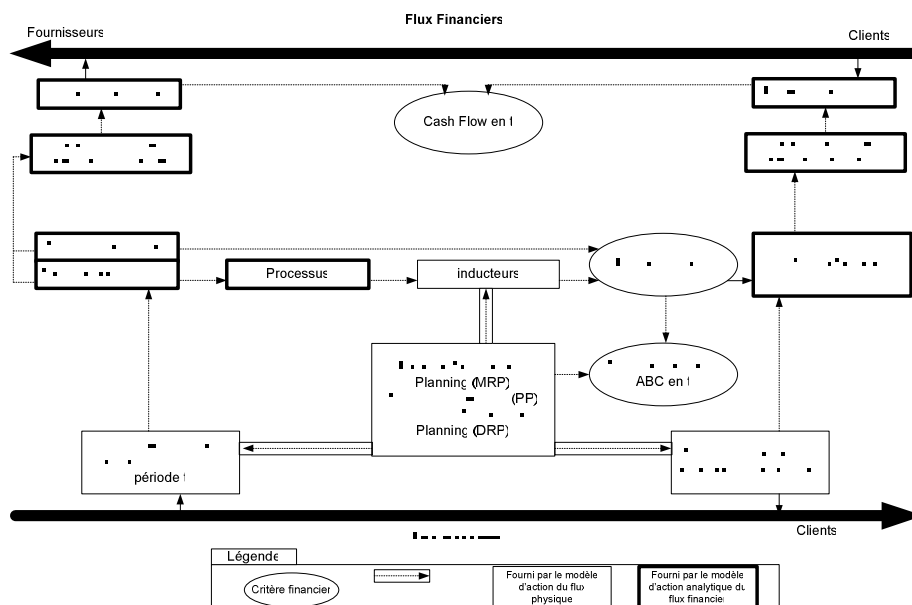


Figure 135. Approche PREVA et niveau tactique.

Le niveau stratégique (figure 136) suppose que les informations fournies par le modèle d'action sont différentes : ce dernier, à ce niveau d'horizon temporel va concevoir le processus logistique et en proposer un agencement possible. La production de biens et services et les consommations de ressources physiques sur la période (inducteurs...) sont également estimées. Le modèle ABC détermine dès lors la marge ABC et le potentiel de marge par BU et par type d'élément client. Cependant, le modèle, par l'intégration des délais de paiement, mais surtout par l'intégration des pratiques fiscales ainsi que des différentes subventions et aides à l'investissement permet d'évaluer au niveau stratégique les niveaux de cash flow attendus par BU. Dès lors, les critères traditionnels de choix des investissements s'appliquent pour chaque BU car la modélisation permet par exemple d'évaluer le retour sur investissement de telle ou telle configuration.

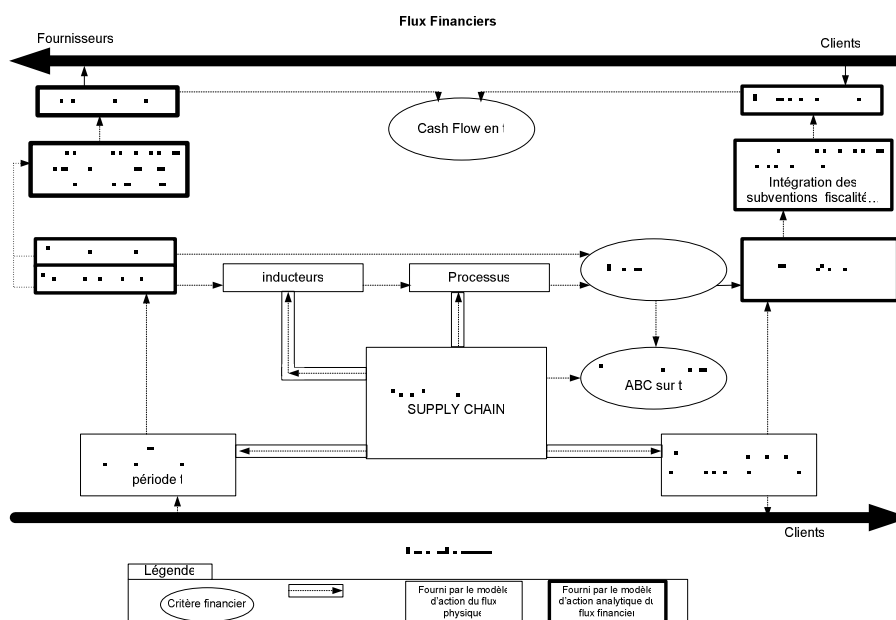


Figure 136. Approche PREVA et niveau stratégique.

Le tableau 31 présente la synthèse du couplage de modèles d'action que nous proposons pour l'évaluation globale des flux physiques et financiers du processus logistique.

Couplage des Modèles d'action dans l'approche PREVA		Horizon décisionnel opérationnel	Horizon décisionnel tactique	Horizon décisionnel stratégique
Modèle d'action pour le flux physique du processus logistique	Couplage Heuristique /Simulation	Le modèle d'action fournit un ou plusieurs plannings qui donnent un ordre dans lequel les biens et services sont consommés, fabriqués, livrés...	Le modèle d'action fournit un ou plusieurs plannings qui donnent les quantités de biens et services livrées, fabriquées, et les volumes d'inducteurs consommés...	Le modèle d'action fournit une structure du réseau logistique dont la performance des flux physiques est évaluée par la simulation ; pour cette structure du réseau le modèle d'action détermine les quantités vendues, la demande à satisfaire, la consommation d'inducteurs et la capacité de traitement de chaque processus.
	Modèle d'optimisation	Le modèle d'action fournit un ou plusieurs plannings optimaux qui donnent un ordre dans lequel les biens et services sont consommés, fabriqués, livrés ...	Le modèle d'action fournit un ou plusieurs plannings optimaux pour le flux physique qui donnent les quantités de biens et services livrées, fabriquées, et les volumes d'inducteurs consommés...	Le modèle d'action fournit une structure optimale du réseau logistique dont la performance des flux physiques est évaluée par la simulation ; pour cette structure du réseau, le modèle d'action détermine les quantités vendues, la demande à satisfaire, la consommation d'inducteurs et la capacité de traitement de chaque processus.
Modèle d'action pour le flux financier du processus logistique	Modèle analytique	Chaque planning constitue une variable d'entrée du modèle analytique et est transformé en budget ABC et en budget de trésorerie qui permet de déterminer le cash flow généré sur l'horizon de planification	Chaque planning constitue une variable d'entrée du modèle analytique et est transformé en budget ABC et en budget de trésorerie qui permet de déterminer le cash flow généré sur l'horizon de planification	Chaque planning constitue une variable d'entrée du modèle analytique et est transformé en budget ABC et en budget de trésorerie qui permet de déterminer le cash flow généré sur l'horizon de planification

Tableau 31. Synthèse du couplage des modèles d'action proposé dans l'approche PREVA.

Le paragraphe suivant présente le détail de la formalisation du modèle analytique que nous proposons pour évaluer et expliquer la formation des flux financiers en contexte d'aide à la décision.

4.3 Proposition d'un modèle analytique générique pour l'évaluation de la création de valeur financière du processus logistique

La caractéristique principale du modèle analytique que nous proposons repose sur la structuration par processus issue du modèle de connaissance résultant de l'application de la méthodologie de modélisation. En effet, le modèle d'évaluation que nous proposons permet d'évaluer le flux financier de tous processus de la Supply Chain, ou la Supply Chain elle-même en la modélisant comme un processus multiple et incrémentiel. Nous présentons tout d'abord le principe de construction du modèle analytique de formation des flux financiers pour la Supply Chain puis présentons sa formalisation.

4.3.1. Principe de construction du modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers

La formalisation des flux financiers que nous proposons s'affranchit de la barrière "psychologique" que constituent les frontières des organisations de la Supply Chain pour le flux financier en proposant une structuration en BU qui ne tienne compte que de l'agencement des processus logistiques. De cette manière, notre approche permet d'expliquer la formation du flux financier aussi bien dans le contexte de l'approche d'une Supply Chain interne qu'en Supply Chain externe.

Dans le contexte de la Supply Chain interne, nous proposons de donner pour chaque BU (usine, entrepôt...) constituée d'au moins un processus élémentaire, les différents éléments nécessaires pour traduire les planning du flux physique en élément de flux financier à l'aide du mécanisme très classique du prix de cession et d'introduire des relations de marché dans l'entreprise. Le passage du flux physique est systématiquement associé avec une contrepartie financière se matérialisant sous la forme de prix de cession. A ce prix est associé un délai de paiement, même dans le contexte d'une Supply Chain interne. Pour neutraliser l'impact de la traduction des éléments du flux physique pour déterminer le niveau de cash flow généré par BU de la Supply Chain interne, il suffit de supposer que les délais de paiement entre BU d'une même compagnie sont nuls. Ne reste ainsi rattaché à la BU de la Supply Chain interne que le cash flow qu'elle a généré.

Le principe de fonctionnement de l'approche est le même pour une Supply Chain externe, sauf que les prix entre BU sont des prix de marché, et les délais réels de paiement sont utilisés.

De cette manière, on est capable d'expliquer la formation de cash flow à l'intérieur d'une Supply Chain interne de la même manière que dans le cadre d'une Supply Chain externe. Notre approche de modélisation du flux financier résultant de l'application de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels en contexte SCM permet davantage d'insister sur la création de valeur financière générée par le processus logistique, et de proposer une formalisation identique, quel que soit le type de Supply Chain.

C'est le paramétrage du modèle, réalisé depuis la spécification du modèle de connaissance, en indiquant le type de relations (coordination par le marché/coordination par la hiérarchie) entre les BU qui permet d'évaluer la création de valeur financière dans la Supply Chain.

D'un point de vue de technique comptable, le modèle que nous proposons utilise une formalisation de type Activity Based Costing pour le processus logistique à laquelle il intègre les délais de paiement pour permettre de déterminer le niveau de flux financier pour n'importe quel niveau de granularité.

Le modèle analytique évalue un planning quelconque suivant trois critères : (i) critère de marge ABC ; (ii) critère de cash flow ; (iii) critère de potentiel de marge ABC. Ces critères sont pondérés par des poids suivant leur importance dans l'aide à la décision. Nous présentons successivement chacun de ces critères.

4.3.1.1 Les critères de marge ABC

Notre approche générique, suivant le principe d'une méthode ABC, doit permettre de déterminer la consommation des coûts indirects grâce à l'évaluation des coûts de processus logistiques pour chaque BU et pour la chaîne globale. Dans ce contexte, le coût ABC de la Supply Chain est la somme des coûts de processus dans chaque BU avec la somme des coûts directs des éléments clients. La valeur des stocks peut être également évaluée à tout niveau de la chaîne. Entre chaque élément de la chaîne, les transactions sont évaluées en prix de cession lorsque les processus concernent la même entité juridique ou en prix de marché dans le cas où l'élément de la chaîne est en contact avec le client final ou avec des BU appartenant à des entreprises différentes. Les différences relevées entre des coûts ABC et des prix de cession ou de marché permettent aux managers d'évaluer la création de marge ABC (niveau de profit) dans chaque entité de la chaîne (figure 137).

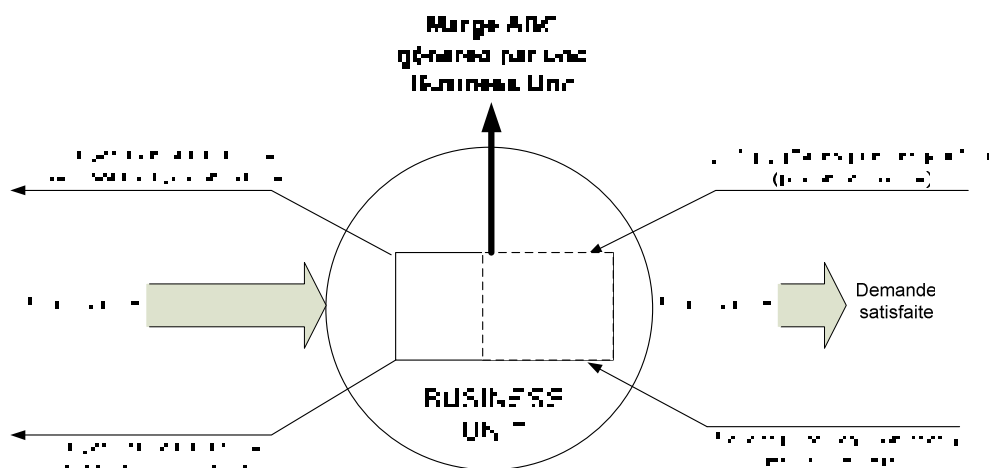


Figure 137. Evaluation de la marge ABC généré par une Business Unit de la Supply Chain.

Les différents inducteurs, révélés par l'analyse des processus lors de l'élaboration du modèle de connaissance (à chaque processus élémentaire est associé un inducteur) permettent dès lors une évaluation des consommations indirectes issue du planning collaboratif. Les schémas (figure 138, figure 139) expliquent ainsi le principe retenu pour évaluer à l'aide d'une approche ABC le processus logistique (qui est illustré avec les activités du modèle SCOR dans la figure 138).

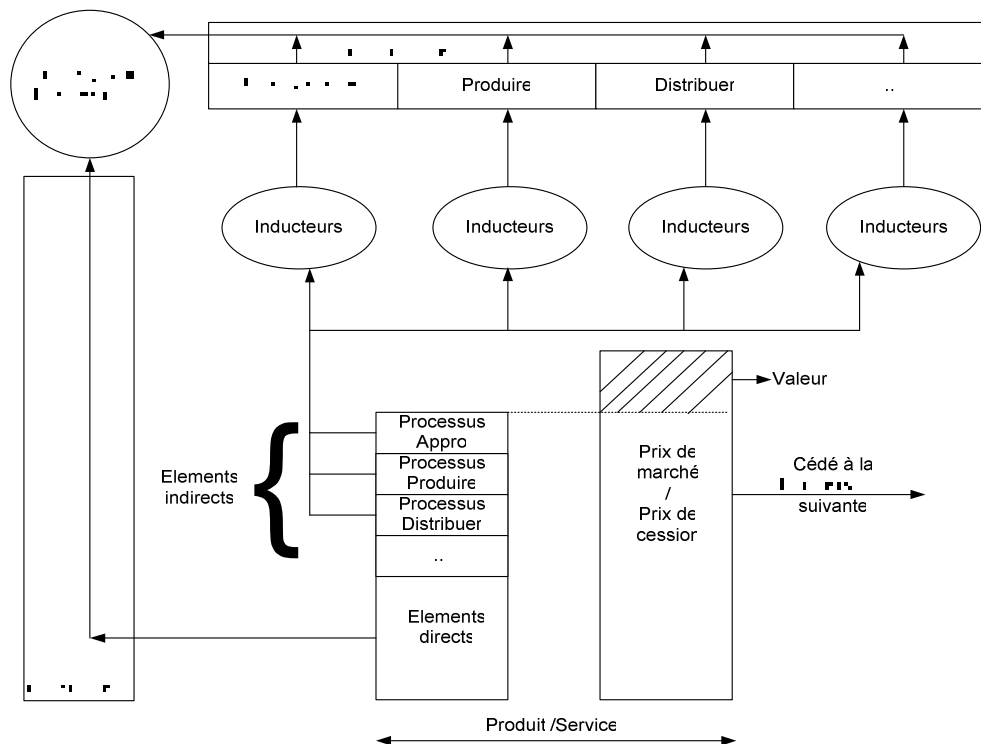


Figure 138. L'évaluation du processus logistique dans une business unit de la Supply Chain pour un item.

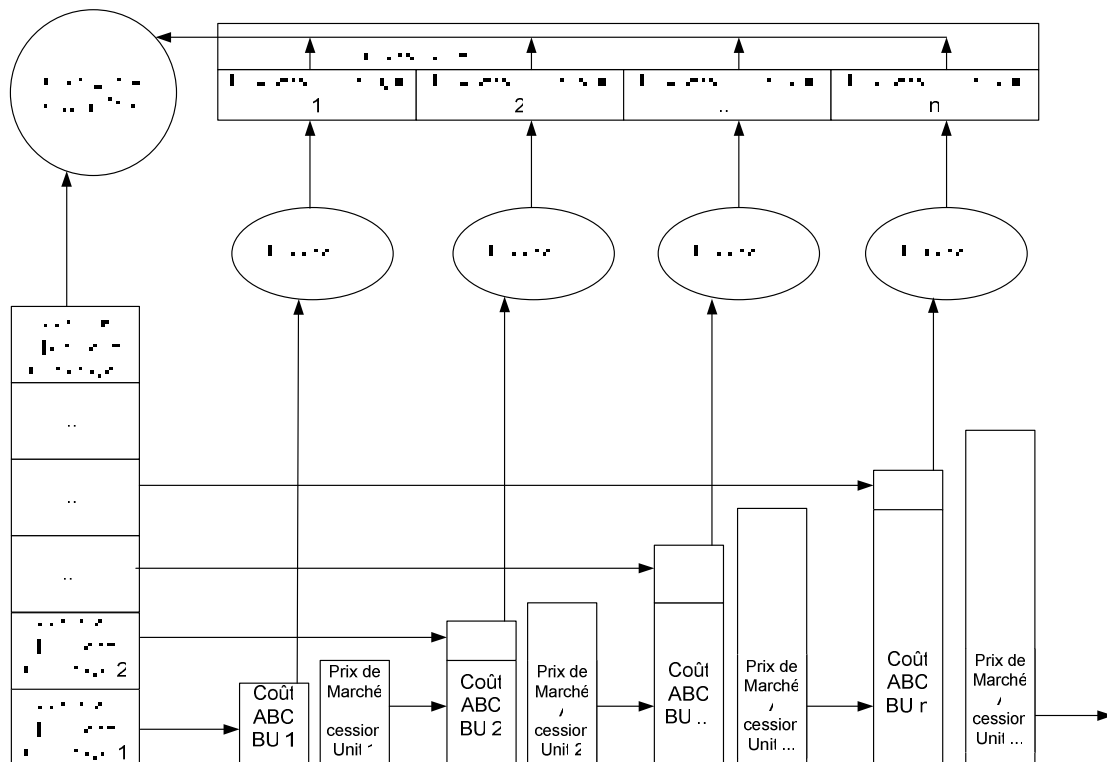


Figure 139. L'évaluation de la marge ABC générée dans les différentes Business Unit de la Supply Chain.

4.3.1.2. Le cash flow

Le cash flow généré par la Supply Chain par les consommations financières des ressources directes et indirectes ainsi que les encaisses réelles sont déterminées pour chaque BU (figure 140). La différence entre la nature des coûts (coûts calculés et coûts réels) et la nature des durées de paiement pour chaque type de ressource et de client, crée un écart significatif entre les niveaux de profits et les flux financiers sur une même période d'analyse. C'est pourquoi les périodes précédentes impactent la période actuelle pour l'évaluation du cash flow. Par l'intégration des délais de paiement au niveau de la consommation des ressources, le niveau de trésorerie et le cash flow sont évaluable en totalité pour chaque BU de la Supply Chain ainsi que pour la Supply Chain.

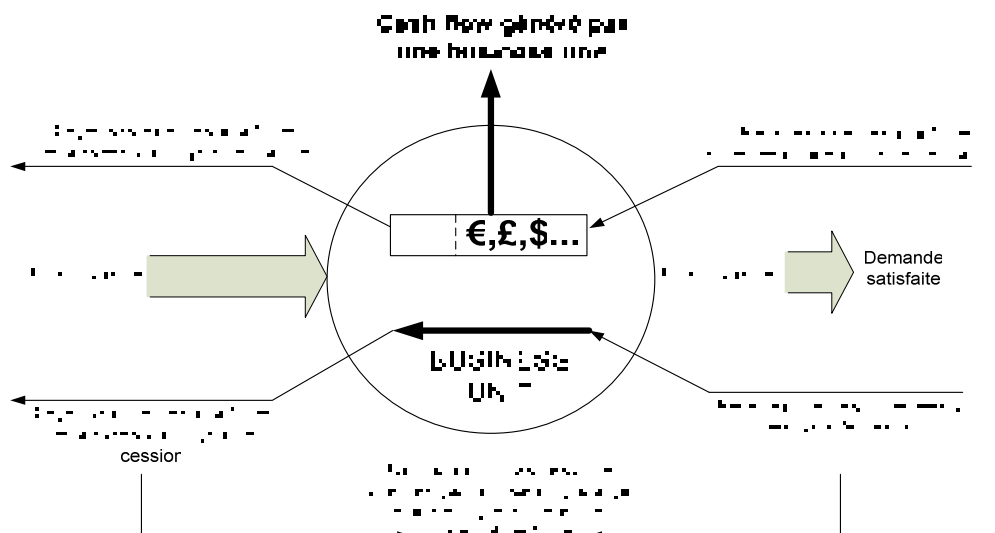


Figure 140. Evaluation du cash flow généré par une Business Unit.

4.3.1.3. Le potentiel de marge ABC.

Ce critère évalue, pour un planning donné le différentiel de marge ABC existant entre le planning proposé et un planning hypothétique qui aurait permis d'obtenir une satisfaction client de 100%. Ce critère (figure 141) permet de mesurer le potentiel de progression que peut avoir, d'un point de vue financier, une amélioration de la satisfaction client. Le potentiel de création de marge ABC est ainsi évalué en combinant la différence entre la demande et la quantité vendue par une BU ou par la chaîne globale avec la marge sur coûts directs.

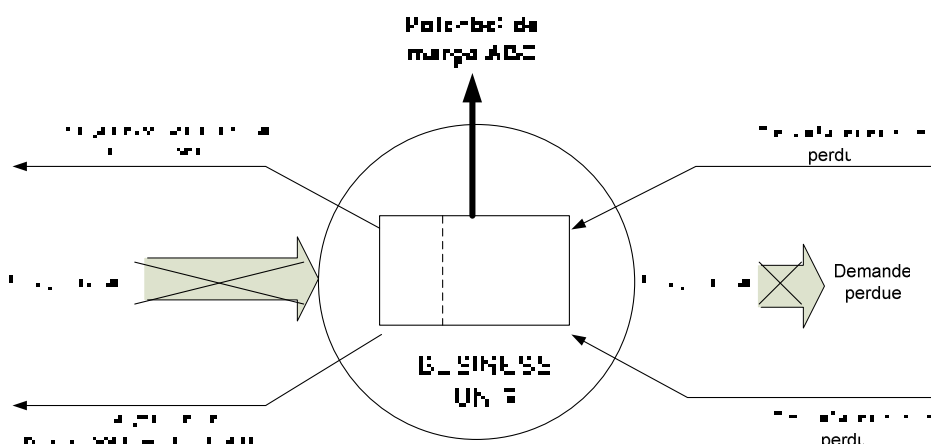


Figure 141. Evaluation du potentiel de marge d'une Business Unit.

Ce modèle analytique fournit plus de 20 familles d'indicateurs de performance pour tout planning d'une Supply Chain et évalue tout planning suivant trois critères que nous venons de présenter.

Les différents indicateurs que nous proposons permettent d'évaluer n'importe quel planning pour n'importe quel niveau de granularité à la condition de connaître un certain nombre de paramètres qui doivent être fournis par le système d'information des BU. Les différents planning sont ainsi fournis par un/ou plusieurs modèles d'action et ensuite évalués par le modèle analytique : ainsi différents scénarii comme différents modèles peuvent être évalués suivant les critères génériques retenus dans PREVA.

4.3.2 Formalisation des flux financiers

La formalisation de l'approche propose le couplage d'un modèle Activity Based Costing pour le processus logistique avec une intégration des cash flow dans ce dernier. Ainsi, l'impact des choix sur le flux physiques dans les flux financiers est évaluable pour tout élément client et toute BU composant la Supply Chain. Le modèle que nous proposons est défini par un ensemble I d'éléments clients, un ensemble J de BU de la Supply Chain (entrepôt, usine, ...), un ensemble K de périodes, un ensemble Z de ressources, un ensemble B de processus logistiques, et un ensemble Q de plannings. L'évaluation devra associer les ensembles I,J et K avec les éléments donnés par l'ensemble Q et l'ERP de la Supply Chain.

Ensembles et Indices

I = ensemble des éléments clients (produit, service...), i est un item, $i \in I$;

J = ensemble des business units où j est une business unit, $j \in J$;

T = ensemble des périodes où t est une période, $t \in T$;

Q = ensemble des plannings où q est un planning, $q \in Q$;

Z = ensemble des ressources où z est une ressource, $z \in Z$;

B = ensemble des activités logistiques où b est une activité, $b \in B$.

Pour évaluer un planning q , nous proposons la fonction suivante, (appelée fonction d'évaluation d'un planning de la Supply Chain) :

$$\alpha \in R^+, \beta \in R^+, \gamma \in R^+$$

$$F(q) = \alpha F_1(q) + \beta F_2(q) + \gamma F_3(q) \quad (1)$$

avec $F_1(q)$ = (marge ABC produite par un planning q sur l'ensemble de la Supply Chain)

avec $F_2(q)$ = (cash flow généré par un planning q sur l'ensemble de la Supply Chain)

avec $F_3(q)$ = (potentiel de marge ABC pour un planning q sur la Supply Chain)

Le détail du modèle analytique est donné dans l'annexe 6 du document.

Dans la fonction d'évaluation (1), α , β , γ sont des coefficients de proportionnalité rattachés à chaque indicateur de performance. Le poids de ces indicateurs peut être choisi par un processus de discussion entre les acteurs de la Supply Chain. Le tableau 32 donne la signification des différents coefficients.

α, β, γ	Signification
$\alpha > \beta > \gamma$	Les acteurs de la Supply Chain veulent sélectionner les plannings dégageant le maximum de marge ABC. En cas de planning équivalent par rapport au premier critère, le niveau de cash flow puis le potentiel de création de Marge sont utilisés.
$\alpha = 1, \beta = 0, \gamma = 0$	Dans ce cas, seule la marge ABC est utilisée. On se ramène dès lors à une évaluation ABC des processus de la Supply Chain.
$\alpha = 0, \beta = 1, \gamma = 0$	Dans ce cas, seul les niveaux de cash flow sont utilisés comme critère financier de sélection de planning.
$\beta > \alpha > \gamma$	Les acteurs de la Supply Chain choisissent de sélectionner principalement les plannings en fonction de critères de rentabilité financière
Autres valeurs	Un autre ordre pour α, β, γ n'est pas pertinent.

Tableau 32. Signification de la valeur des coefficients.

4.4 Synthèse de l'approche PREVA et structuration de d'information sous la forme de tableaux de bord décisionnels

Les différents indicateurs issus du modèle analytique peuvent être structurés sous la forme d'un compte de résultats pour le Supply Chain Manager. Ce compte de résultat constitue un document d'aide à la décision qui permet la prise de décision. Les ressources financières consommées par le processus logistique sont modélisées par notre approche d'une telle manière qu'elles peuvent correspondre à n'importe quel type d'élément d'un plan comptable.

Le tableau 33 présente ainsi un exemple de compte de résultats fourni par PREVA pour différents éléments niveau de granularité. Les autres éléments décisionnels concernant le flux physique sont également fournis par notre approche ;

l'aspect novateur de l'approche réside dans la prise en compte du flux financier. C'est pourquoi nous insistons tout particulièrement sur ce point.

	Niveau de granularité		
	Élément Client /activité dans une BU	BU	Supply Chain
Chiffre d'Affaires (Informations calculées)	Déterminer le CA réalisé par une famille de produit/ pour un type de prestation/ pour une commande client dans une BU	Déterminer le CA réalisé par le planning évalué pour une BU	Déterminer le CA réalisé par le planning évalué pour la Supply Chain
Coût Directs (Informations calculées)	Déterminer les coûts directs provoqués par une famille de produit/type de prestation/une commande client dans une BU	Déterminer les coûts directs réalisés par le planning évalué pour une BU	Déterminer les coûts directs réalisés par le planning évalué pour la Supply Chain
Coût ABC du Processus Logistique (Informations calculées)	Déterminer le Coût ABC provoqués par une famille de produit/ pour un type de prestation / pour une commande client dans une BU	Déterminer le Coût ABC réalisé par le planning évalué pour une BU	Déterminer le coût ABC réalisé par le planning évalué pour la Supply Chain
Marge ABC (Informations calculées)	Déterminer la marge ABC réalisée par une famille de produit/ pour un type de prestation / pour une commande client dans une BU	Déterminer la marge ABC réalisée par le planning évalué pour une BU	Déterminer la marge ABC réalisée par le planning évalué pour la Supply Chain
Potentiel de Marge ABC (Informations calculées)	Déterminer le potentiel de marge restant à réaliser par une famille de produit/ pour un type de prestation / pour une commande client dans une BU	Déterminer le potentiel de marge restant à réaliser par le planning évalué pour une BU	Déterminer le potentiel de marge restant à réaliser par le planning évalué pour la Supply Chain
Cash Flow (Unités de flux monétaires)	Non significatif	Déterminer le cash flow engendré par un planning dans une BU	Déterminer le cash flow engendré par un planning sur la Supply Chain
Position de trésorerie (Unités de flux monétaires)	Non significatif	Déterminer la position de trésorerie sur chaque période de l'horizon de planification pour une BU	Déterminer la position de trésorerie sur chaque période de l'horizon de planification pour la Supply Chain (cela n'a de signification pour une Supply Chain externe)

Tableau 33. Formalisation des principaux indicateurs fournis par PREVA pour la prise de décision pour le Supply Chain Manager.

L'approche SCOPE (Supply Chain Opérationnel Performance Evaluation, (Féniès *et al.*, 2004, a,b)) utilise la démarche que nous avons proposée dans le chapitre précédent pour concevoir un tableau de bord prospectif sur la Supply Chain. Nous structurons l'information décisionnelle issue de nos modèles d'action suivant 4 axes de performances :

- l'axe efficacité pour le flux physique ;
- l'axe efficience pour le flux physique ;
- l'axe efficience pour le flux financier ;
- l'axe efficacité pour le flux financier.

Le tableau 34 présente de manière synthétique la provenance de l'information pour la prise de décision suivant les différents modèles d'action. Nous considérons que les modèles d'action que nous proposons ne peuvent pas donner d'éléments informationnels pour l'axe apprentissage organisationnel.

Modèle d'action pour le flux physique du processus logistique Simulation + heuristique / Modèle d'optimisation Les modèles sont différents suivant l'horizon décisionnel et le niveau de granularité		Modèle d'action pour le flux financier du processus logistique Modèle analytique Le modèle est identique quel que soit l'horizon décisionnel et le niveau de granularité	
Efficacité du flux physique	Effizienz du flux physique	Efficacité du flux financier	Effizienz du flux financier
Satisfaction Client + divers ratios et indicateurs réalisés à partir du modèle d'action et de l'interface avec le système d'information des systèmes modélisés	Consommation de ressources ; Taux d'occupation des infrastructures ; Niveau de stocks ... + divers ratios et indicateurs réalisés à partir du modèle d'action et de l'interface avec le système d'information des systèmes modélisés	Marge ABC cash flow générés + divers ratios et indicateurs réalisés à partir du modèle d'action et de l'interface avec le système d'information des systèmes modélisés	Potentiel de marge Position de trésorerie Coûts ABC ... + divers ratios et indicateurs réalisés à partir du modèle d'action et de l'interface avec le système d'information des systèmes modélisés

Tableau 34. Axe de performance et modèles d'action pour l'aide à la décision.

Ainsi, le chaînage proposé permet d'évaluer n'importe quel planning issu d'un modèle d'action pour le flux physique du processus logistique de la Supply Chain. Ce planning peut aussi bien provenir d'un modèle mathématique d'optimisation que d'un modèle de simulation couplé avec une heuristique. Notre approche permet d'associer à chaque planning du flux physique un budget pour les flux financiers, mais aussi de présenter les résultats pour l'aide à la décision sous forme de tableaux de bord prospectifs.

La section suivante présente les développements que nous proposons pour construire des modèles d'optimisation combinant contraintes du flux physique avec contraintes du flux financier.

5. Conception et implantation de modèles d'optimisation pour le processus logistique de la Supply Chain

Dans le chapitre 2, nous avons montré que deux types de problèmes étaient complètement ignorés d'un point de vue financier et concernaient la configuration et le pilotage des flux de la Supply Chain au niveau macroscopique. L'objet de cette section est de proposer deux modèles d'optimisation pour le SCM répondant à cette problématique. L'approche PREVA et le modèle analytique associé permettent de formaliser le cash flow de n'importe quelle Supply Chain. Le premier problème présenté traite du lien existant entre ordonnancement et flux financier à l'aide de la modélisation d'une Supply Chain comme un flow shop, et a donné lieu à publication (Bertel *et al.*, 2005). Le deuxième problème présente une approche pour optimiser les flux de la Supply Chain au niveau tactique de manière globale et permet ensuite d'envisager le partage des cash flow entre les compagnies par la mise en œuvre d'un deuxième modèle qui régule les flux financiers dans la Supply Chain. Ce deuxième problème a également donné lieu à publication (Comelli *et al.*, 2006,d). Toutes les approches que nous proposons dans ces modèles d'optimisation ne concernent que des Supply Chains Industrielles.

5.1. Un programme linéaire pour l'optimisation des cash flow d'une Business Unit de la Supply Chain au niveau opérationnel

L'objet de ce paragraphe est de proposer un programme linéaire en nombres entiers pour résoudre à un niveau opérationnel le problème d'optimisation du cash flow dans une BU de la chaîne. Au niveau macroscopique, nous considérons que la Supply Chain est elle même une BU. Ainsi, l'approche et la modélisation que nous proposons (Bertel *et al.*, 2003, 2005, 2006) à l'aide d'un programme linéaire en nombre entier permet d'optimiser le niveau de trésorerie d'une BU en fonction des éléments du flux clients (par exemple l'ordonnancement des commandes clients permettant de maximiser le niveau de cash flow). Nous proposons d'utiliser la formalisation du flow shop hybride en supposant que chaque machine correspond à un processus élémentaire de la BU modélisée.

Nous proposons de modéliser la Supply Chain comme un flow shop hybride, à l'instar de (Cossard, 2004). Nous considérons à cet effet qu'une BU de la Supply Chain peut être modélisée comme une machine. Les problèmes de flow

shop ont été largement étudiés dans la littérature (Lynn et Zang, 1999). Cependant on ne considère que des critères liés au flux physiques qui circulent au sein du flow shop (C_{max} , T_{max} , L_{max} ,...) pour évaluer la qualité de l'ordonnement proposé par un outil d'aide à la décision.

Nous introduisons deux critères financiers dans le cadre du problème du Flow Shop Hybride qui sont :

- **CashP** (pour la position de la trésorerie) ;
- **CashF** (pour le niveau de cash flow généré sur une période).

Nous utilisons la notation classique à trois champs des problèmes d'ordonnement pour décrire le problème étudié :

FH|stock|FI(CashP, stock, production, satisfaction client)

où **FI** signifie fonction linéaire.

La modélisation que nous proposons est suffisamment générique pour pouvoir s'adapter à n'importe quel niveau de granularité, comme le montre le tableau 35.

Macroscopique	Mesoscopique	Microscopique
Pilotage du réseau	Pilotage d'un site goulet	Pilotage d'une activité goulet
La Supply Chain est modélisée comme un flow shop hybride ; les BU qui la composent sont modélisées comme des machines.	Une site est modélisé comme un flow shop hybride ; les ateliers correspondent à des machines. On ne s'intéresse qu'à la BU qui constitue le goulet d'étranglement de la Supply Chain.	Le flow shop correspond à un atelier ; une machine modélise une machine ; on ne s'intéresse qu'au goulet d'étranglement d'un site
On optimise le cash flow de l'ensemble de la Supply Chain.	On optimise le cash flow d'un site de la Supply Chain relativement à son goulet.	On optimise le cash flow d'un site relativement à son goulet d'étranglement.

Tableau 35. Niveau de granularité et utilité du modèle proposé.

L'annexe 7 présente :

- le détail de la modélisation que nous proposons pour lier ordonnancement avec optimisation des flux financiers ;
- le calcul d'une borne supérieure ;
- un algorithme qui permet de tester plusieurs heuristiques financières pour résoudre ce problème sur des instances industrielles de grande taille.

5.2 Un chaînage de programmes linéaires pour l'optimisation et le partage des cash flow de la Supply Chain au niveau tactique

La nécessité de construire un modèle différent de celui proposé au paragraphe précédent pour le niveau tactique a deux origines :

- ♦ la première provient de la complexité du flux client qui nécessite la construction d'un modèle différent pour la planification tactique ;
- ♦ la deuxième provient de la prise en compte des flux financier. En effet, le modèle proposé au paragraphe précédent n'optimise le cash flow qu'au niveau d'une BU (La Supply Chain, par exemple, ou une entreprise de la chaîne). Dans une optique de collaborative planning, il convient également de pouvoir prendre en compte les niveaux de cash flow pour chaque BU en fixant des niveaux de cash flow minimal par BU (par exemple pour éviter la défaillance de l'un des partenaires de la coalition, ou pour permettre de partager la valeur générée par la collaboration et de réguler les niveaux des flux financiers).

La modélisation que nous proposons est centrée sur une approche par les quantités, et le type de modèle propose, à partir de la prévision de la demande, une optimisation du cash flow de la Supply Chain. Le problème de la valorisation des stocks est solutionné en ne considérant que les recettes et les dépenses concernant chaque BU de la chaîne : ainsi, l'impact du stockage se ressent directement dans le niveau de cash flow. De plus, la modélisation proposée permet, par la fixation des prix, de partager le cash flow entre les BU de la Supply Chain.

Nous proposons le chaînage de deux modèles de programmation linéaire en nombres entiers :

- ◆ le premier modèle génère un planning qui permet de maximiser le niveau de cash flow pour l'ensemble de la Supply Chain comme si elle était une entité unique ;
- ◆ le deuxième modèle partage le cash flow global généré par la collaboration sur toutes les périodes de l'horizon de planification en faisant varier les prix entre les différentes BU sur toute les périodes de l'horizon de planification de la Supply Chain. Nous proposons une brique de formalisation du cash flow relativement aux différentes situations concernant le rattachement des zones de stockage et des zones de prestation à une BU. Cette formalisation suppose que, pour le niveau de granularité macroscopique une BU de la Supply Chain est constituée au plus de deux unités de stockage et d'une unité de transformation. Cette brique permet de rattacher un stock et les dépenses afférentes à une BU de la Supply Chain. Le modèle d'action suppose qu'une compagnie de la Supply Chain est au moins constituée d'une BU. La figure 142 présente les différentes hypothèses paramétrables pour une BU que prend en compte le modèle d'action proposé.

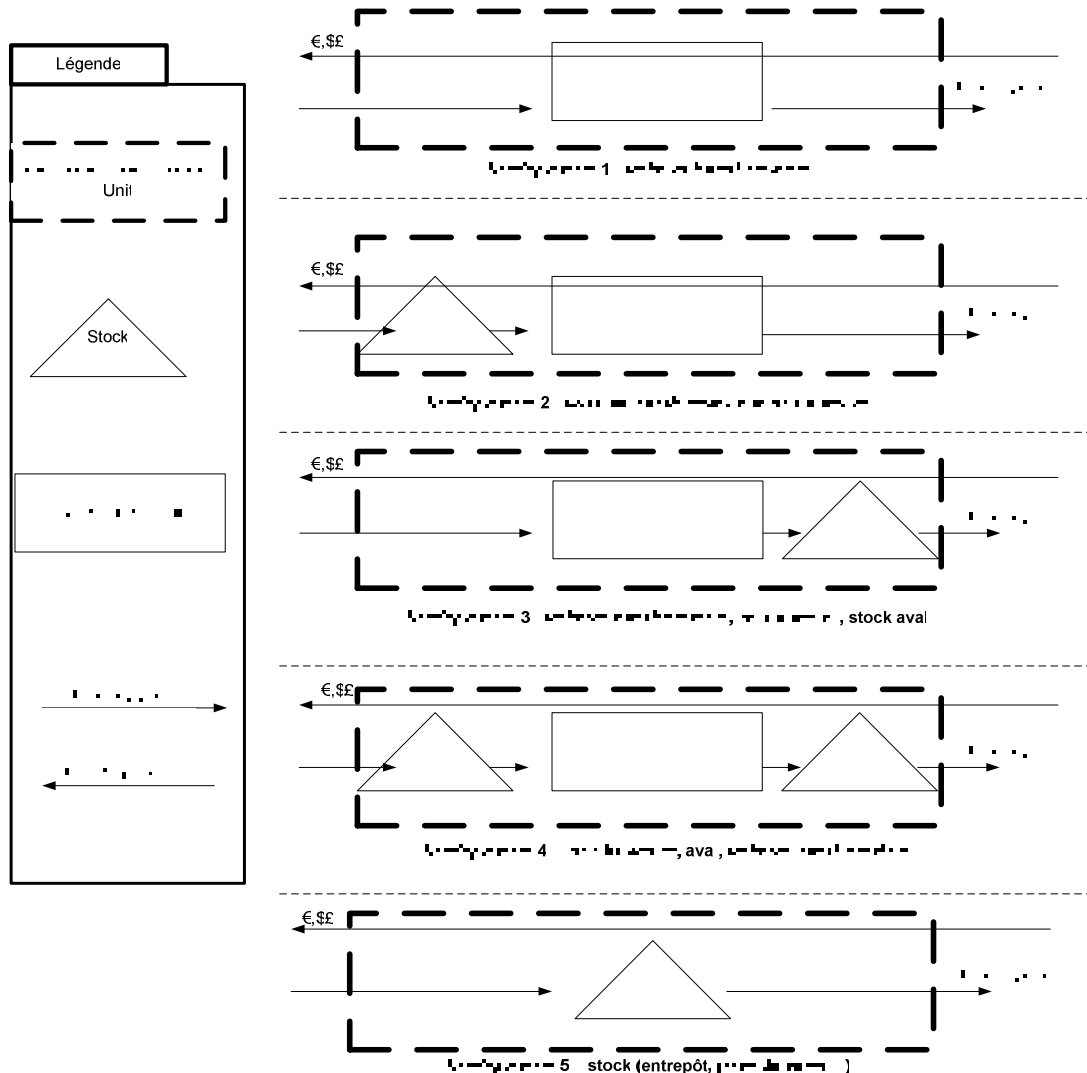


Figure 142. Les différents hypothèses du périmètre financier d'une business unit pour le niveau macroscopique.

Dans le cadre d'une Supply Chain externe, notre approche permet de proposer une régulation collaborative de l'activité du flux financier en permettant d'allouer une compensation financière. Elle se matérialise par des prix différents aux partenaires de la Supply Chain qui n'ont pas intérêt à collaborer sur une période (mauvaise position de trésorerie) ou sur l'horizon de planification (la solution optimale pour l'ensemble de la Supply Chain détériore la situation d'une compagnie en terme de cash flow).

Dans le cadre d'une Supply Chain interne, le modèle que nous proposons permet de résoudre la problématique de fixation des prix de cession et peut être une base pour la négociation entre managers des filiales d'une multinationale (Vidal et Goetschalckx, 2001). Le temps passé dans la négociation des prix de cession entre managers d'une multinationale peut constituer un facteur d'inefficacité organisationnelle s'il prend le pas sur les négociations commerciales (Bouquin, 2004). Le détail du chaînage des modèles linéaires est présenté dans (Comelli *et al.*, 2006, d).

6. Synthèse de la mise en œuvre de la méthodologie de modélisation pour la conception et l'implantation de modèles d'action pour le domaine des Supply Chain.

A l'aide du modèle de connaissance du domaine, nous avons proposé de concevoir et d'implanter des modèles d'action pour l'évaluation ou l'optimisation du processus logistique de la Supply Chain. Nous avons conçu d'une part une approche générique pour l'évaluation du processus logistique et d'autre part des modèles d'optimisation du processus logistique sur des horizons tactique ou opérationnel. La figure 143 met en perspective les différents modèles d'action.

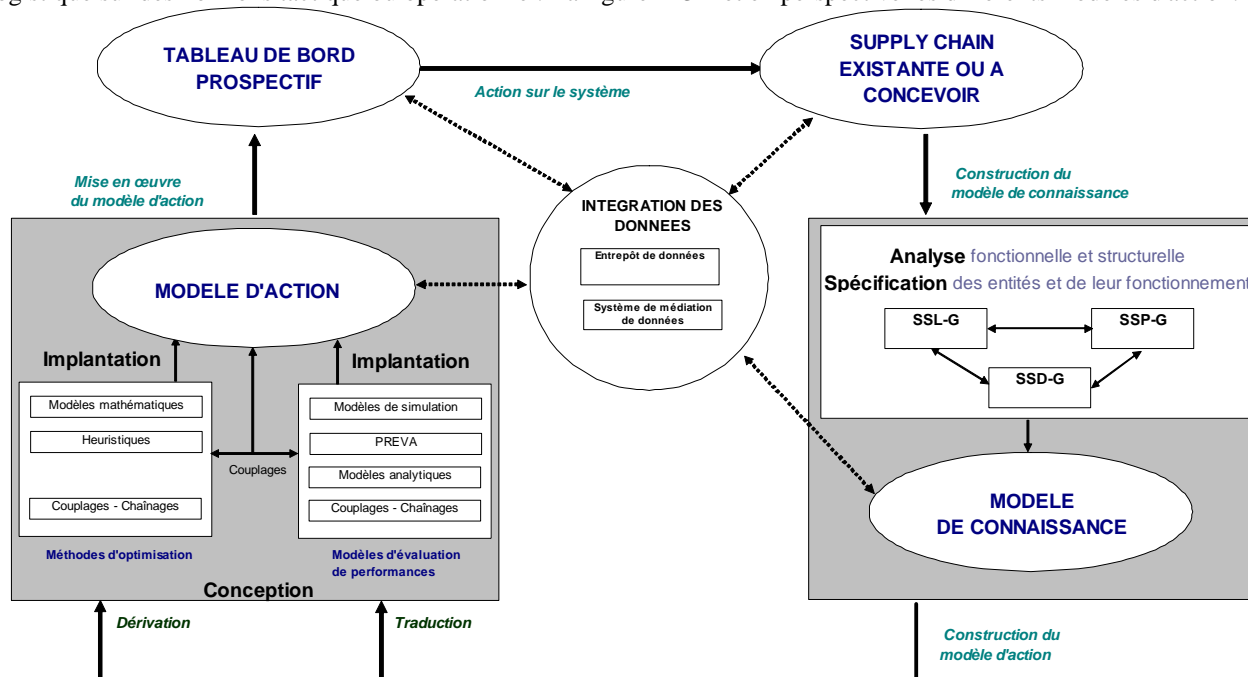


Figure 143. Mise en perspective des modèles d'action proposés pour l'aide à la décision pour le SCM.

L'approche générique pour le processus logistique (que nous nommons PREVA) propose ainsi de coupler un modèle d'action pour l'optimisation ou l'évaluation des performances du flux physique avec un modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers. L'approche est suffisamment générique pour pouvoir être utilisée quel que soit le niveau de granularité et l'horizon décisionnel.

De plus, l'état de l'art du chapitre 2 avait montré qu'il n'existait pas d'approche pour l'optimisation tactique ou opérationnelle du processus logistique combinant flux physique et flux financier pour le niveau macroscopique.

Nous avons proposé deux approches, l'une pour le niveau tactique, l'autre pour le niveau opérationnel :

- ♦ au niveau tactique, nous définissons les caractéristiques d'une fonction objectif financière qui peut être greffée pour optimiser le cash flow dans n'importe quelle Supply Chain modélisée comme une succession de BU. En couplant deux modèles d'optimisation, nous proposons une approche qui optimise le cash flow de la Supply Chain sous contraintes du flux physique puis permet, via la fixation des prix sur chaque période, de réguler le fonctionnement de la Supply Chain.
- ♦ au niveau opérationnel, nous proposons de modéliser la Supply Chain comme un flow shop et utilisons cette approche suivant les différents niveaux de granularité. Cette approche nous permet de proposer des planifications opérationnelles qui optimisent le niveau de trésorerie de l'entité modélisée en fonction de l'activité du flux physique.

Le tableau 36 qui couple niveau de granularité avec horizon décisionnel présente les cas d'utilisations des modèles d'action que nous proposons en contexte d'aide à la décision pour le SCM.

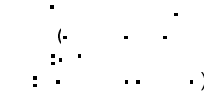


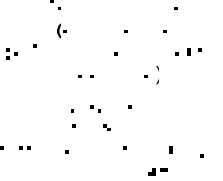
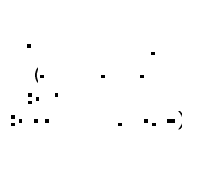
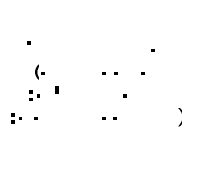
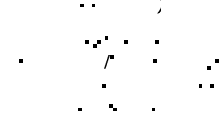
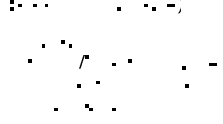

	Utilisation pour	Utilisation pour	Utilisation pour
Planification	<p>Conception du réseau</p> 	<p>Conception du processus</p> 	<p>Conception d'acteurs</p> 
Simulation	<p>Utilisation du réseau</p> 	<p>Utilisation du processus</p> 	<p>Utilisation d'acteurs</p> 
Optimisation	<p>Optimisation du réseau</p> 	<p>Optimisation du processus</p> 	<p>Optimisation d'acteurs</p> 

Tableau 36. Cas d'utilisation des modèles d'action proposés sur le domaine des Supply Chains.

7. Les caractéristiques de l'environnement ASCI-SC pour la construction d'une suite logicielle de type ABS

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre 1, les suites logicielles de type Advanced Planning and Scheduling (Stadtler et Kilger, 2001) constituent traditionnellement le type d'outil d'aide à la décision dédiées au SCM. Force est de constater que les APS n'intègrent ni de manière conceptuelle, ni de manière opérationnelles, les contraintes du flux financier. Nous proposons une nouvelle suite logicielle pour le SCM intégrant planification des flux physiques et budgets des flux financiers. Nous appelons cette suite Advanced Budgeting and Scheduling.

Cette section présente les différentes caractéristiques de l'environnement ASCI-SC (Analyse, Spécification, Conception et Implantation pour la Supply Chain), qui permet, à l'aide des différents éléments proposés dans ce chapitre, de concevoir des suites logicielles de type Advanced Budgeting and Scheduling (ABS).

Nous présentons tout d'abord l'environnement ASCI-SC, puis ensuite nous donnons les caractéristiques d'une suite logicielle de type ABS.

7.1 L'environnement de modélisation ASCI-SC

L'environnement ASCI-SC comprend :

- ◆ un système d'évaluation des performances, noyau de l'environnement ; il permet l'élaboration d'un ou plusieurs modèles d'action en fonction des objectifs de la modélisation. Le centre du noyau est constitué par l'approche PREVA, (PProcess EVALuation) qui couple un modèle analytique pour l'évaluation du flux financier de la Supply Chain avec un modèle d'action pour le flux physique de la Supply Chain. L'approche PREVA permet ainsi la constitution de modèles d'action dont les objectifs sont centrés sur la création de valeur financière et l'analyse des cash flow. SIMAN V et WITNESS, ou tout logiciel de simulation sont indifféremment utilisés comme noyau de l'environnement logiciel.
- ◆ une couche aide à la décision, constituée par l'approche SCOPE (présentée dans le chapitre précédent) qui permet la construction de tableaux de bord prospectifs et leur implémentation comme outils d'aide à la décision pour la Supply Chain (Féniès et *al.*, 2004, a), ou pour un processus (Féniès et *al.*, 2004,b).

- ◆ une couche base de données, constituée par un entrepôt de données, dans lequel le modèle générique de connaissance du domaine des Supply Chains est implanté. Cette couche permet l'accès et le stockage des données nécessaires aux outils appartenant aux différentes couches de l'environnement ; ce stockage des données constitue l'interface entre les outils de pilotage et les différents systèmes d'information des BU composant la Supply Chain.
- ◆ une couche recherche opérationnelle ; dans l'environnement sont implantées des applications permettant soit le pilotage opérationnel du système en fonction de critères financiers et physiques, (Bertel *et al.*, 2003, 2005, 2006) soit la configuration tactique du réseau (Comelli *et al.*, 2006), soit la conception stratégique du système.
- ◆ une couche statistique ; cette couche permet l'analyse et le traitement des données existantes (prévisions de charge, courbes d'apprentissage) ainsi que l'étude des résultats obtenus par le noyau de l'environnement afin de pouvoir aider les managers à prendre des décisions concernant les actions possibles sur la Supply Chain.
- ◆ une couche outils graphiques et animation ; cette couche permet, lors de l'étude d'un système, d'exploiter les données et les résultats nécessaires à l'aide de techniques graphiques et d'animer en 2 D ou en 3 D le fonctionnement du modèle du système étudié.
- ◆ une couche méthodes et outils d'analyse et de spécification, réalisée à l'aide d'ARIS et d'UML ; cette couche reprend les méthodes et outils qui permettent de décrire la structure et le fonctionnement de la Supply Chain.
- ◆ une couche méthodologie de modélisation, constituée par la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels.

L'environnement de modélisation (figure 144) ne présente que les éléments visibles pour le manager. Ces éléments communiquent à l'aide de la couche Interfaces. L'environnement correspond ainsi à la notion d'atelier de Génie Logiciel pour la modélisation et l'évaluation des performances d'une Supply Chain, que celle-ci soit centrée production de biens, ou production de services. La figure 144 présente les différents outils de ASCI-SC retenus pour l'environnement de modélisation.

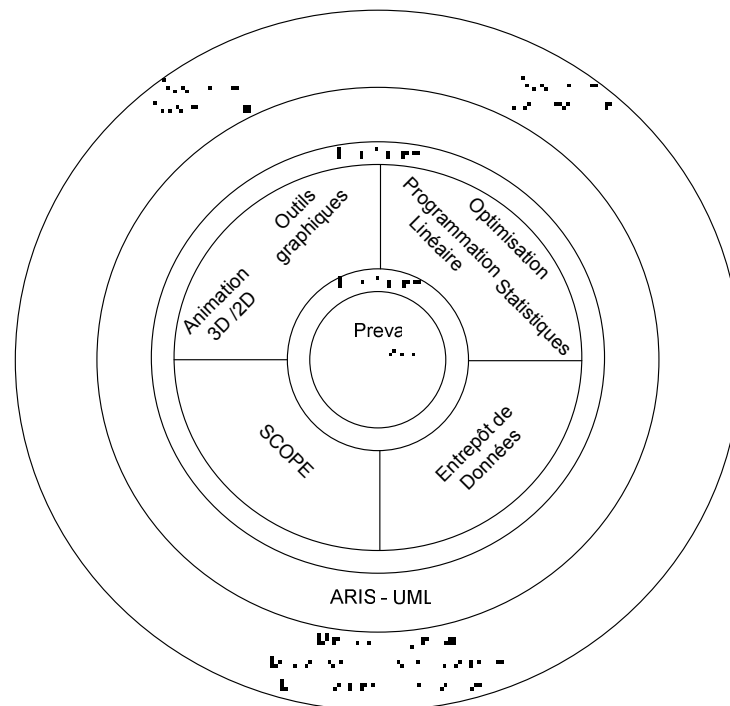


Figure 144. Etat actuel de ASCI-SC.

7.2 Les caractéristiques d'une suite logicielle de type Advanced Budgeting and Scheduling (ABS)

Dans cette section nous présentons tout d'abord les caractéristiques fonctionnelles d'un ABS avant de détailler ses composants logiciels dans un deuxième temps.

7.2.1. Définition et cas d'utilisation d'une suite logicielle de type ABS pour le Supply Chain Management

En supposant que l'activité "budgéter" pour le flux financier est le pendant de l'activité "planifier" du flux physique, nous définissons un Advanced Budgeting and Scheduling (ABS) comme une suite cohérente d'applications logicielles permettant l'optimisation et l'évaluation des performances des flux physiques et financiers de la Supply Chain et combinant globalement (pour l'ensemble de la chaîne) comme localement (pour une entité) les horizons décisionnels stratégiques, tactiques, opérationnels avec les approches de modélisation macroscopique, mesoscopique et microscopique. Ces différentes applications sont connectées au Système d'Information des BU de la Supply Chain par un entrepôt de données (datawarehouse) qui traite des données hétérogènes issues d'applications logicielles différentes pour alimenter en information les modèles prescriptifs comme descriptifs contenus dans l'ABS.

La figure 145 montre les liaisons existantes entre les différentes activités des flux physiques et financiers de la Supply Chain, les approches de modélisation et les horizons décisionnels interagissant avec les différents modèles informatiques et mathématiques contenus dans l'ABS.

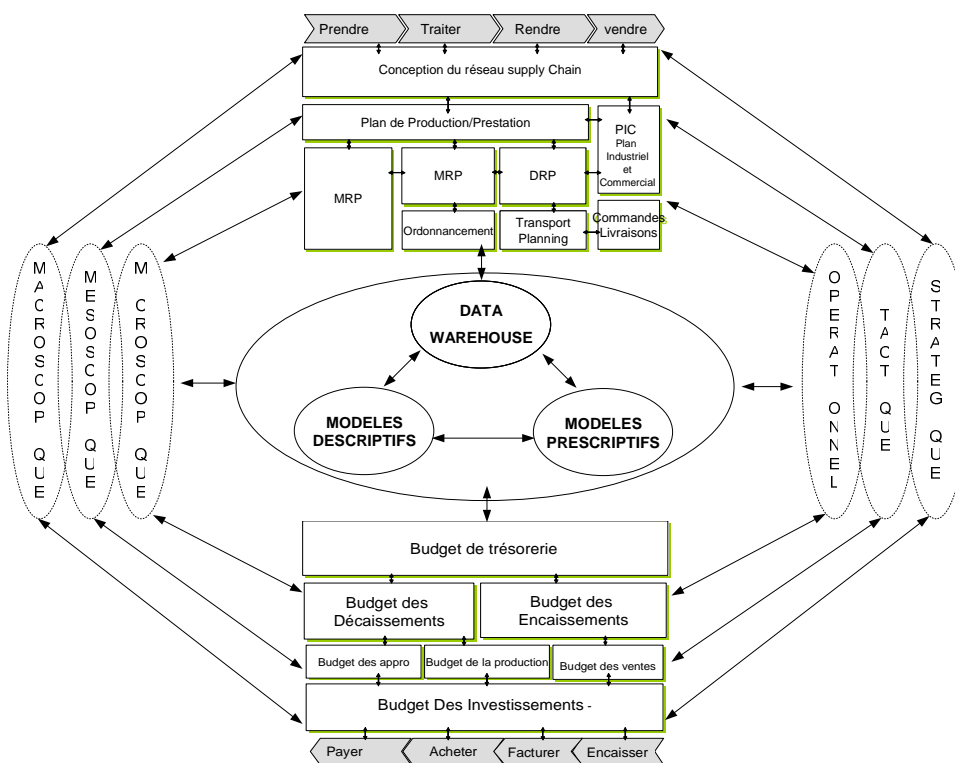


Figure 145. Une suite logicielle de type Advanced Budgeting and Scheduling.

Les caractéristiques techniques et conceptuelles d'un ABS sont données dans le tableau 37 qui montre le passage d'une suite logicielle de type APS à une suite logicielle de type ABS. Si le contexte d'utilisation d'un ABS est le même (Supply Chain interne comme externe) que celui d'un APS, les fonctionnalités logicielles intègrent planification et budgétisation des activités (par exemple, choix du planning qui génère le maximum de cash flow) et les outils de mesure de la performance utilisent des concepts plus avancés que les quelques indicateurs du flux physique. Nous intégrons dans l'ABS un module décisionnel qui organise l'information pour les Supply Chain managers sous forme de tableau de bord prospectif pour l'évaluation ex ante des activités.

	APS	ABS
Contexte	Supply Chain Interne et Externe	Supply Chain Interne et Externe
Fonctionnalités Conception du réseau Distribution (DRP) Production (PDP) Approvisionnement (MRP) Ordonnancement et transport	Pour le flux physique Pour le flux physique Pour le flux physique Pour le flux physique Pour le flux physique	Flux physique et financier combinés Flux physique et financier combinés Flux physique et financier combinés Flux physique et financier combinés Flux physique et financier combinés
Outils décisionnels Mesure de la performance	Quelques indicateurs du flux physique	Tableau de bord prospectif + modèle PREVA (Féniès et Gourgand, 2005)
Connexions au Système d'Information des entités composant la chaîne	Prévue	Réalisée à l'aide d'entrepôt de données (Datawarehouse)
Briques de programmation	Optimisation (Outils Cplex) et heuristiques	Couplage Optimisation/Simulation (modèles prescriptifs et descriptifs)
Plannings collaboratifs	Les plannings collaboratifs donnent aux entités de la chaîne les quantités de produits et services à produire et livrer à horizon de court, moyen et long terme pour un taux de satisfaction.	Les plannings collaboratifs donnent aux entités de la chaîne les quantités de produits et services à produire et livrer à horizon de court, moyen et long terme qui permettent de générer le plus de valeur pour les acteurs de la chaîne.

Tableau 37. D'une suite APS à une suite ABS pour la Supply Chain.

Nous proposons de réaliser l'interfaçage entre le système d'information des entités qui composent la Supply Chain et l'ABS par un datawarehouse (entrepôt de données) qui permet la collecte et la sécurisation des données issues d'applications hétérogènes. Enfin, les plannings collaboratifs pour les entités et les acteurs de la Supply Chain des APS sont centrés Satisfaction Client (au sens logistique du terme) et n'intègrent pas la notion de création de valeur financière pour les acteurs qui participent au réseau Supply Chain.

7.2.2. Composants logiciels de l'ABS

Pour un niveau de granularité donnée dans le cadre d'une BU, un ABS comprend un noyau applicatif (figure 146) composé des types d'applications suivantes :

- ♦ un composant *recherche opérationnelle*, qui comprend un couplage de modèles prescriptifs avec des modèles descriptifs. Les modèles descriptifs contiennent le modèle analytique de PREVA plus des outils logiciels de simulation. Les modèles prescriptifs contiennent des modèles d'optimisation. Le couplage des deux types de modèles avec les modèles issus de PREVA permet d'apporter une aide à la décision financière.
- ♦ un composant *entrepôt de données* qui permet au composant *recherche opérationnelle* de proposer des plannings et des budgets pour l'aide à la décision. Ce composant *entrepôt de données* stocke les informations décisionnelles provenant du composant *recherche opérationnelle*, mais aussi les données provenant d'autres applications qui sont nécessaires pour alimenter le composant *recherche opérationnelle*.
- ♦ un composant *interface décisionnelle*, qui présente sous la forme de tableau de bord l'information pour le décideur ; cette interface homme / machine permet au décideur d'agir sur les modèles d'action du composant *recherche opérationnelle*, mais également de pratiquer des requêtes sur l'information contenue dans l'entrepôt de données.
- ♦ un composant *interface* avec d'autres applications qui permet de connecter l'ABS avec les autres applications logicielles de la compagnie dont dépend la BU.
- ♦ un composant *collaboration* qui permet de mettre à disposition les données pour la collaboration inter-organisations, mais également de collecter les données nécessaires à la mise en œuvre de la collaboration dans la Supply Chain (prévisions, plannings...). Seule l'information nécessaire à la collaboration est ainsi mise à la disposition des autres membres de la Supply Chain.

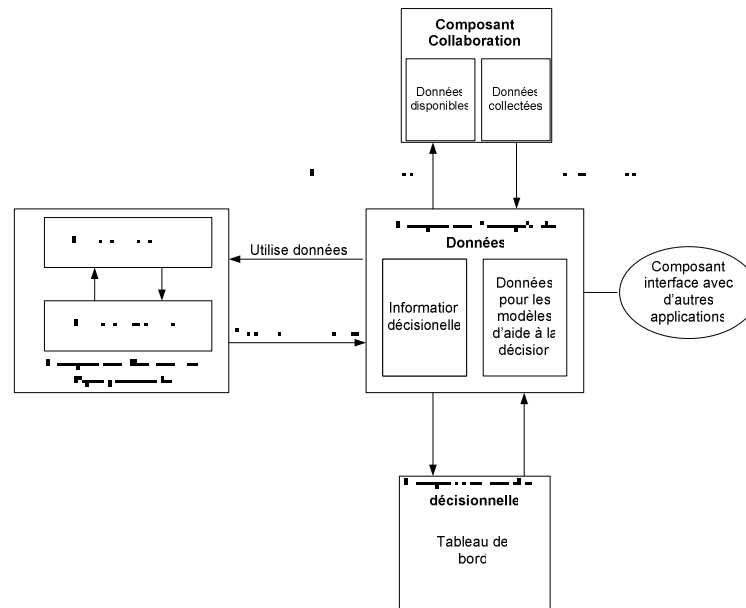


Figure 146. Les composants logiciels du noyau applicatif d'un ABS.

Ce noyau applicatif peut fonctionner en autonomie sur une BU de la Supply Chain. C'est l'interfaçage avec d'autres BU qui possèdent le même type de noyau applicatif qui permet de déployer l'ABS sur toute la Supply Chain et permet d'apporter une aide à la décision suivant différents niveaux de granularité.

La figure 147 présente le déploiement des composants applicatifs sur un exemple de Supply Chain Externe. Les données du composants *collaboration* des Compagnies de la Supply Chain sont stockées dans l'entrepôt de données du niveau Supply Chain, et constituent la base d'information pour faire fonctionner le composant *recherche opérationnelle* permettant de piloter, configurer ou concevoir l'ensemble du réseau. L'information issue du composant *recherche opérationnelle* (mise à jour des plannings...) est directement mise à disposition des compagnies faisant partie de la Supply Chain.

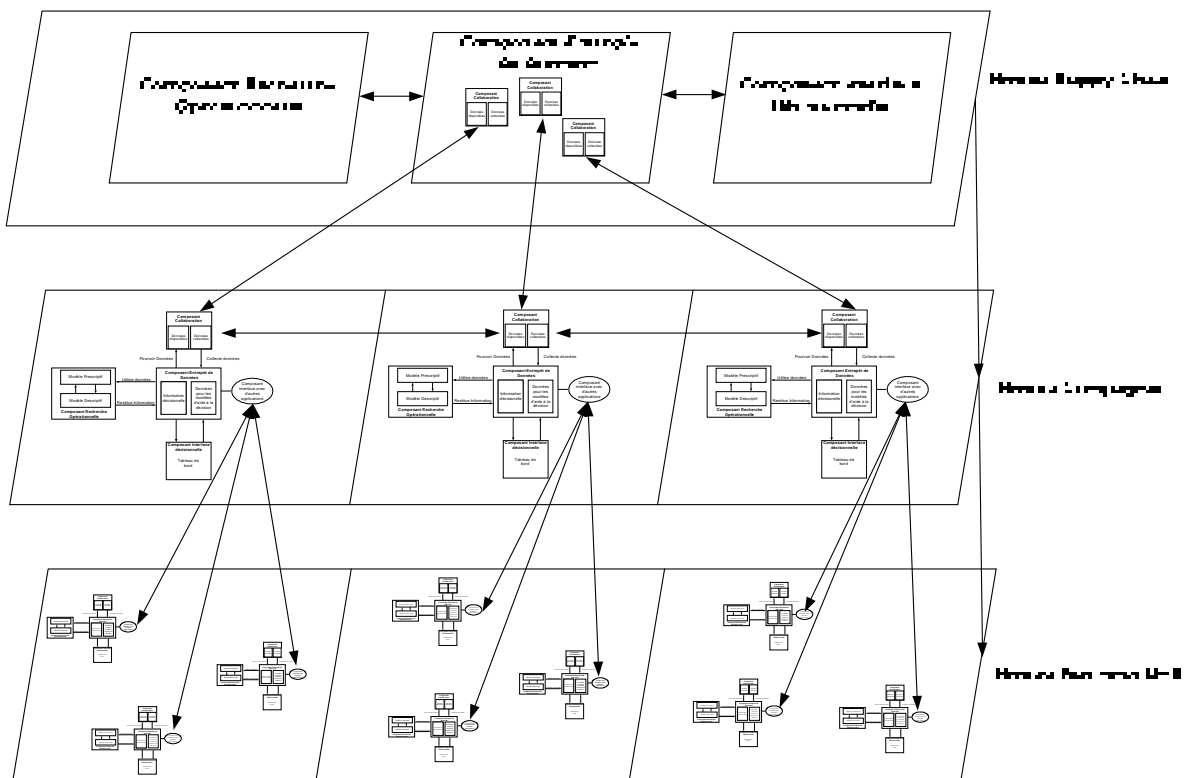


Figure 147. Déploiement du noyau applicatif de l'ABS sur l'ensemble de la Supply Chain.

Un des points clef de cet environnement est de permettre l'étude combinée et intégrée de l'ensemble des flux de la Supply Chain. La mise en œuvre de cet environnement permet de guider les experts en modélisation et les acteurs de la Supply Chain pour la mise en place de suites logicielles de type Advanced Budgeting and Scheduling qui constituent une évolution dans les outils logiciels pour la Supply Chain.

Conformément à la méthodologie de modélisation proposée au chapitre 3, la construction du modèle générique de connaissance du domaine des Supply Chain a été proposée lors des phases d'analyse et de spécification du domaine. Ainsi, notre modèle de connaissance du domaine propose une analyse structurelle originale d'une Supply Chain. Concernant la construction du modèle générique de connaissance, la méthodologie préconise une décomposition en 3 sous-systèmes disjoints communicants deux à deux. L'utilisation de cette approche nous paraît créatrice de facteurs clés de succès pour le management des Supply Chain pour les raisons suivantes :

- ◆ l'approche facilite la récolte et la formalisation de la connaissance lors de l'étude d'un système à l'aide des outils ARIS et UML ;
- ◆ l'approche est cohérente avec les besoins exprimés par les Supply Chain Manager (Vickery et *al.*, 2003) sur l'intégration du flux financier avec la planification du flux client ;
- ◆ l'approche nous paraît également pertinente du point de vue de l'analyse des flux car elle permet : (i) de déterminer les différents types de flux à traiter (matière, prestation, information, financier...) et leur cheminement ; (ii) d'élaborer, configurer ou utiliser le réseau d'écoulement des flux (le sous-système physique) ; (iii) d'identifier et de spécifier les règles de priorité et la régulation utilisée dans le sous-système décisionnel ;
- ◆ l'approche supporte le caractère évolutif et changeant de la Supply Chain en autorisant indépendamment la prise en compte de la modification de la charge (sous-système logique), la modification de la capacité (sous-système physique) ou la modification des règles de gestion (sous-système décisionnel).

La construction du modèle de connaissance est réalisée à l'aide de processus multiples et incrémentiels pour le processus logistique qui permettent de prendre en compte progressivement les différents niveaux de granularité du domaine mais aussi les différents niveaux de décision. Le modèle de connaissance générique peut être affiné, amélioré et enrichi après sa confrontation avec différentes implantations dans plusieurs systèmes du domaine.

Les différents modèles d'action proposés (modèles d'optimisation / modèles d'évaluation) permettent d'optimiser et d'évaluer les critères de performance du flux client mais aussi principalement ceux du flux financier (cash flow, marge ABC...).

Le caractère multiple et incrémentiel des différents modèles proposés dans PREVA montrent que ceux ci sont utilisables quel que soit le niveau de granularité retenu, ce qui est conforme au modèle de connaissance du domaine.

La figure 149 rappelle les apports principaux de ce chapitre.

Chapitre 5

Mise en oeuvre de l'environnement ASCI-SC

1. INTRODUCTION	188
2. SYNTHÈSE DE LA METHODOLOGIE ET DU PROCESSUS DE MODELISATION D'UNE SUPPLY CHAIN	189
3. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR UNE SUPPLY CHAIN INDUSTRIELLE	190
3.1. <i>Problématique et enjeux de la Supply Chain de la firme M.....</i>	190
3.1.1. Le mode de coordination des activités	191
3.1.2. Le processus logistique et du flux de produit dans la Supply Chain de M.....	192
3.1.3. Le flux financier dans la Supply Chain de M.....	193
3.1.4. Le processus de modélisation de la Supply Chain de M	193
3.2. <i>Analyse et Spécification pour la conception du modèle de connaissance de la Supply Chain de M</i>	195
3.2.1. Le sous-système logique de la Supply Chain de M.....	195
3.2.2. Le sous-système physique de la Supply Chain de M	200
3.2.3. Le sous-système décisionnel de la Supply Chain de M et le processus de programmation de la charge de la Supply Chain.....	201
3.2.4. Spécification des activités de transformation du processus logistique de la Supply Chain de M pour la programmation de la charge.....	203
3.3. <i>Conception et Implantation de modèles d'action et de résultats pour la sélection de planning collaboratifs à partir de l'approche PREVA</i>	204
3.3.1. Caractéristiques de la démarche	204
3.3.2. Résultats.....	205
3.4. <i>Conception et Implantation de modèles d'action pour un planning collaboratif tactique de la Supply Chain permettant une maximisation globale des cash flow et un partage de la valeur.....</i>	207
3.4.1. Caractéristiques de la démarche	207
3.4.2. Résultats.....	207
3.5. <i>Conception et Implantation de modèles d'optimisation pour un planning opérationnel en fonction du niveau de cash flow sur un site de production.....</i>	209
3.5.1. Caractéristiques de la démarche	210
3.5.2. Solution donnée par l'heuristique	210
3.5.3. Résultats du modèle mathématique	211
3.6. <i>Conclusion sur la mise en œuvre de l'environnement ASCI-SC sur une Supply Chain Industrielle</i>	212
4. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR LA SUPPLY CHAIN HOSPITALIERE DU NOUVEL HOPITAL ESTAING	212
4.1 <i>Problématique et enjeux</i>	213
4.1.1. La Supply Chain du NHE	213
4.1.2. L'atelier de modélisation : objectifs, moyens et compétences mis en place	214
4.2. <i>La phase d'analyse.....</i>	216
4.3. <i>Spécification des modèles de connaissance</i>	217
4.4. <i>Conception et Implantation de modèles d'action et de modèles de résultats</i>	221
4.4.1. Passage des modèles de connaissance du NHE aux modèles d'action et de résultats	221
4.4.2. Exemple d'utilisation sur une unité de consultation ambulatoire.....	222
4.5. <i>Conclusion sur le processus de modélisation de la Supply Chain du NHE</i>	226
5. CONCLUSION DU CHAPITRE.....	229

1. Introduction

Ce chapitre concerne la mise en œuvre de la méthodologie ASCI-SC et de l'environnement associé sur deux systèmes réels

La première mise en œuvre a été réalisée dans le cadre de collaborations avec la firme M³. Compte tenu de l'ampleur et de la taille du problème industriel, plusieurs personnes du LIMOS travaillent ou ont travaillé sur ce projet (Cossard, 2004 ; Comelli *et al.*, 2005,a,b,c,d ; Comelli et Féliès, 2005 ; Comelli *et al.*, 2006,a,d). Il s'agit ici de se placer à un niveau tactique de configuration du réseau et de proposer un plan de production sur un horizon de 12 mois permettant de sélectionner le planning collaboratif jugé le plus satisfaisant pour les acteurs de la Supply Chain de la firme M. Plusieurs modèles d'optimisation et de simulation intégrant une approche financière ont été testés et validés à l'aide de données provenant de cette Supply Chain à différents niveaux de granularité.

La deuxième mise en œuvre est liée avec la modélisation et la simulation de l'ensemble des flux de la Supply Chain du Nouvel Hôpital d'Estaing et a été traitée dans le cadre d'une collaboration avec le CHU de Clermont-Ferrand. Il s'agit ici de fournir à l'horizon 2009 un outil d'aide à la décision permettant de concevoir, configurer et piloter les flux patients, logistiques et financiers de la Supply Chain du Nouvel Hôpital d'Estaing. Les données des travaux présentés (Chauvet *et al.*, 2005 ; Féliès et Tchernev, 2005 ; Chabrol *et al.*, 2006,a ; Aleksey *et al.*, 2006,a et b) sont issues de "l'atelier de modélisation" mis en place par la direction du CHU et ses partenaires universitaires.

L'ensemble des problèmes présentés dans ce chapitre met en œuvre de l'environnement de modélisation associé avec la méthodologie de modélisation. La première section de ce chapitre rappelle de manière synthétique la démarche méthodologique et son application sur un système de la classe. La deuxième section valide notre approche sur un cas industriel, la Supply Chain de la firme M, tandis que la section suivante instancie l'environnement de modélisation sur la Supply Chain du Nouvel Hôpital d'Estaing.

La figure 150 propose une grille de lecture des apports de ce chapitre relativement aux domaines académiques dans lesquels nous souhaitons valider nos travaux.

Nous présentons dans le tableau 38 les différents problèmes traités dans ce chapitre, les objectifs, les concepts mis en œuvre, les niveaux de granularité et les horizons décisionnels.

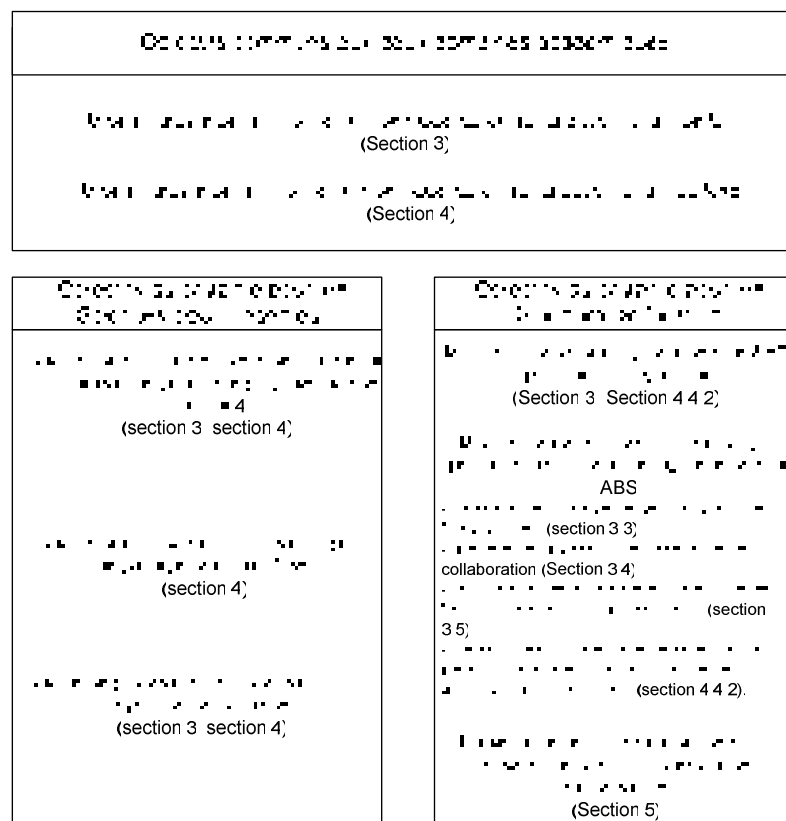


Figure 150. Grille de lecture du chapitre

³ Pour des raisons de confidentialité imposée par la firme M, la complexité et la structure du problème concernant la Supply Chain de la firme M ont été adaptées à partir du problème réel, qui était formalisé sous la forme d'un appel d'offre et d'un cahier des charge. Les données fournies dans ce document sont donc des données adaptées du cahier des charges fourni par M.

Problèmes et objectifs	Concepts mis en oeuvre	Niveaux de granularité
Sélection de planning au niveau tactique dans la Supply Chain industrielle de la firme M. (Traité dans la Section 3)	Processus de modélisation ; modèle de connaissance ; modèle de simulation ; PREVA.	Macroscopique Mesoscopique
Détermination d'un planning tactique permettant de maximiser les cash flow de la Supply Chain sous contrainte de satisfaction client. (Traité dans la Section 3).	Processus de modélisation ; modèle de connaissance ; modèle d'optimisation ; PREVA.	Macroscopique Mesoscopique
Détermination d'un planning opérationnel permettant de maximiser les cash flow d'une BU de la firme M. (Traité dans la section 3)	Processus de modélisation ; modèle de connaissance ; modèle d'optimisation, heuristique.	Microscopique
Construction du modèle de connaissance de la Supply Chain du NHE pour permettre le réingéniering des processus et la prise de décision. Conception d'une unité de soins générique pour l'ABS du NHE de manière à posséder un ensemble d'éléments réutilisables quel que soit le type d'unité de soins. (Traité dans la section 4)	Processus de modélisation ; modèle de connaissance générique.	Macroscopique Mesoscopique Microscopique
Conception d'un modèle de simulation pour une unité générique de consultation ambulatoire pour l'évaluation de l'activité de soins dans un contexte tarification à l'activité. (Traité dans la section 4)	Processus de modélisation modèle de connaissance ; PREVA, modèle de simulation .	Microscopique

Tableau 38. Les différents aspects des mises en œuvre de l'environnement de modélisation traitées dans ce chapitre.

2. Synthèse de la méthodologie et du processus de modélisation d'une Supply Chain

La méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels proposée pour les problèmes d'évaluation de performances a été instanciée dans le chapitre précédent sur le domaine des Supply Chains. Nous avons ainsi proposé un modèle de connaissance générique pour le domaine et des modèles d'action génériques que nous instançons sous la forme d'applications logicielles que nous nommons ABS. L'utilisation de l'environnement de modélisation sur un système particulier est réalisée par le processus de modélisation qui préconise les étapes suivantes :

- ♦ l'analyse du système et des acteurs, qui permet de formuler le problème, définir les hypothèses de modélisation et les contours du système étudié ;
- ♦ la spécification du système, qui permet de concevoir et de valider le modèle de connaissance, mais également de définir les objectifs de(s) modèle(s) d'action ;
- ♦ la conception et l'implantation du (des) modèle(s) d'action ;
- ♦ la conception et l'implantation du (des) modèle(s) de résultats sous forme de tableaux de bord ;

- ♦ l'analyse des résultats et la prise de décision par rapport au système modélisé (compétences des managers du système modélisé) et par rapport aux différents modèles proposés (compétence des experts en modélisation).

Si l'ABS est jugé pertinent, il peut dès lors servir à la prise de décision ; si par contre des défaillances apparaissent, les experts en modélisation recommencent le processus de modélisation de manière itérative.

Les mécanismes de traduction de l'environnement sont mis en œuvre pour obtenir la traduction du modèle de connaissance en modèles d'action. Le choix des modèles d'action (optimisation / simulation) est réalisé par rapport aux critères de performance sélectionnés, par rapport à la taille des instances traitées, par rapport à la complexité systémique de la Supply Chain.

Les résultats fournis par les modèles d'action sont exploités dans divers tableaux de bord qui permettent de prendre une décision en fonction de différents indicateurs jugés pertinents par les acteurs industriels par rapport au problème posé.

Dans cette démarche, les outils et méthodes utilisés ne sont pas imposés. Même si nous avons utilisé ARIS et UML, d'autres méthodes d'analyse et de spécification pourraient être utilisées. De la même manière, pour les modèles de simulation, Siman V et Arena sont principalement utilisés, couplés avec des heuristiques qui modélisent la prise de décision dans la Supply Chain. Cependant, dans le cadre du projet NHE, Witness est utilisé pour des raisons d'animation 3 D. Ce changement d'outil logiciel ne change en fait rien quant à l'approche des problèmes posés.

Compte tenu de la complexité des problèmes posés, qui sont à la fois managériaux, informatiques et logistiques, l'approche que nous proposons dans l'environnement de modélisation essaie de faire le lien entre les différentes disciplines scientifiques que sont la gestion, la logistique et l'informatique de manière à trouver une réponse satisfaisante pour les différents acteurs de la Supply Chain.

3. Mise en œuvre du processus de modélisation sur une Supply Chain industrielle

Le système étudié a été défini à partir d'un cas industriel traité au LIMOS. Nous étudions une Supply Chain comportant 11 usines différentes localisées dans plusieurs pays et appartenant à 5 firmes. Conformément à la méthodologie de modélisation, nous présentons la phase d'analyse du problème dans un premier temps. Dans un deuxième temps, à l'aide du modèle générique de connaissance (défini au chapitre 4), nous construisons le modèle de connaissance de la Supply Chain de M. Nous utilisons ce modèle de connaissance pour construire trois modèles d'action différents qui répondent à trois problèmes d'évaluation de performance complémentaires dans l'aide à la décision apportée.

3.1. Problématique et enjeux de la Supply Chain de la firme M

L'objectif de cette étude est de permettre au Supply Chain Manager de M de fournir un plan de production collaboratif pour l'ensemble de ses partenaires, que ce plan de production soit acceptable pour chacun des partenaires (les firmes) et qu'il permette à M de satisfaire un certain nombre de critères sur les flux physiques et financiers de sa Supply Chain, mais aussi en matière de profit. Le Supply Chain manager de M doit présenter un collaborative planning acceptable par ses partenaires, et être capable d'évaluer la performance de ce planning sur le flux financier, le flux physique, et les niveaux de coûts et de profits dans la Supply Chain, entité par entité. Le Supply Chain manager de M, pilote de l'ensemble de la chaîne, cherche à construire un collaborative planning pour l'ensemble des partenaires. Ce planning doit intégrer les contraintes de satisfaction de la demande (le PIC de M), conjuguées avec les contraintes de stock minimum pour faire face aux variations subites imprévues de la demande. De plus, ce planning doit intégrer les éléments du flux financiers : minimisation des stocks (ne pas dépasser les stocks maximum), et maximisation de la trésorerie pour M, absence de trésorerie négative pour les partenaires de M. Le Supply Chain manager de M ne connaît pas les niveaux financiers de ses partenaires, mais, compte tenu de la difficulté pour trouver un remplaçant à un fournisseur défaillant (environ 6 mois), M préfère que les plannings de travail n'affectent pas de manière négative ses partenaires. Aussi, par défaut, nous supposons que la trésorerie initiale des partenaires de M est nulle au démarrage de la mise en place du planning collaboratif. Nous présentons successivement le mode de coordination des activités dans le Supply Chain de M, les flux physiques et les flux financiers du processus logistique, puis concluons en donnant la démarche de modélisation. Plus de détails sur la Supply Chain de M et les contraintes formulées pour son management sont données dans l'annexe 8.

3.1.1. Le mode de coordination des activités

La Supply Chain est constituée de 5 firmes (figure 151) :

- La firme A possède 2 usines (U1) et (U3).
- La firme B possède 2 usines (U4) et (U5).
- La firme C possède 3 usines (U2), (U6) et (U7).
- La firme D possède 2 usines (U8) et (U10).
- La firme M possède 2 usines (U9) et (U11).

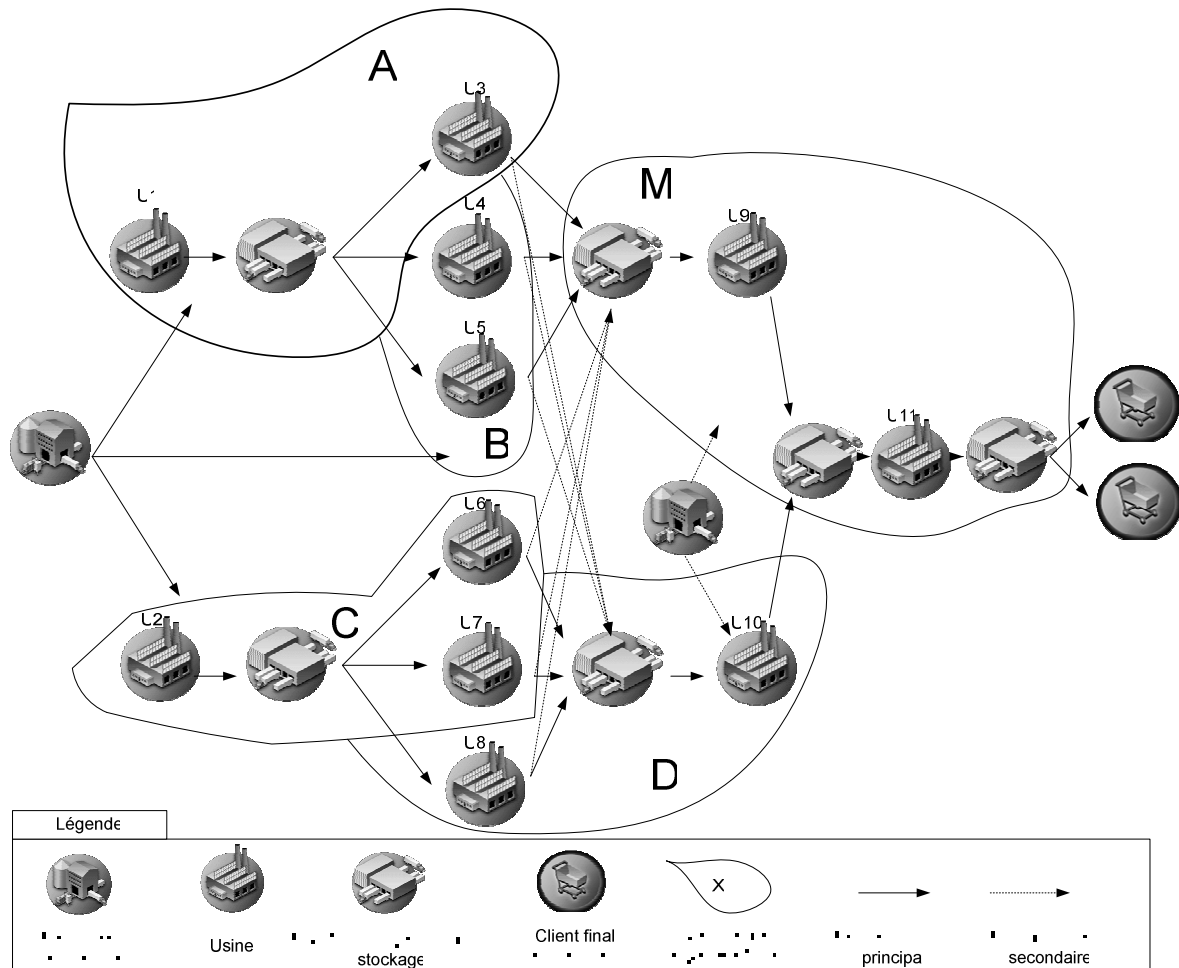


Figure 151. La Supply Chain de M : filière Américaine et filière Européenne.

A l'intérieur d'une même firme, les activités sont coordonnées par la hiérarchie. Par contre, entre les firmes, des relations contractuelles prévoyant un minimum à commander ainsi qu'un prix sont fixées. Chaque usine constitue une unité autonome sur le plan de la coordination, et pourrait être une entreprise indépendante. Les prévisions de la demande adressées à la firme M pour l'ensemble de la Supply Chain sont données par famille de produits et sont connues (Le Plan Industriel et Commercial de la Supply Chain est donné et validé). La firme M qui se situe pratiquement au contact des clients finaux (centrales d'achats et constructeurs automobiles) souhaite mettre en place un système de pilotage de sa Supply Chain qui soit encore davantage tiré par la demande afin de réduire les stocks de produits finis, tout en maintenant inchangé le taux de service client (ici, le nombre de clients servis par mois), et la qualité des produits fournis. Chaque usine possède d'autres contrats avec d'autres partenaires et doit donc tenir compte de ceux-ci dans ses prévisions d'activité.

Compte tenu de la spécificité des actifs nécessaires à la production des produits finaux, le réseau Supply Chain est constitué pour une durée d'au moins 2 ans. Pour chaque partenaire (A, B, C, D), M constitue un client important (environ 15% du chiffre d'affaires). Cependant, aucun partenaire n'est complètement captif, y compris M qui pourrait reconfigurer son réseau avec d'autres partenaires (asiatiques). Le délai de reconfiguration serait de 6 mois environ.

Les prestataires permettant le transport entre les différentes entités sont connus, et installés sur le flux. Le réseau logistique entre usines est configuré sur l'ensemble de la Supply Chain ; la problématique des tournées de véhicules ne rentre pas dans notre étude ; les coûts de transport sont intégrés dans les coûts des produits fabriqués.

Un système d'information intégré entre M et ses partenaires permet de lancer les ordres de fabrication en simultané sur l'ensemble de la chaîne logistique.

La Supply Chain de M est divisée en deux réseaux : le réseau américain, et le réseau européen. Six usines sont ainsi localisées en Europe et cinq aux Etats-Unis. Cependant, les produits sont tous contrôlés et stockés sur l'usine U11 (France) avant d'être intégralement distribués en Europe.

Le tableau 39 donne la localisation de l'usine, la devise utilisée sur le site et le type d'activité réalisé sur ce site.

	Localisation	Devise	Type d'activité
U1	Italie	Euro	Usinage de Matières Premières
U2	Etats-Unis	Dollars	Usinage de Matières Premières
U3	Italie	Euro	Couplage composants
U4	Italie	Euro	Couplage composants
U5	Italie	Euro	Couplage composants
U6	Etats-Unis	Dollars	Couplage composants
U7	Etats-Unis	Dollars	Couplage composants
U8	Etats-Unis	Dollars	Couplage composants
U9	Portugal	Euros	Assemblage en Module sur plateforme spécifique
U10	Etats-Unis	Dollars	Assemblage en Module sur plateforme spécifique
U11	France	Euros	Contrôle, Etiquetage, Emballage des produits, puis stockage avant expédition vers les différents clients de la société M.

Tableau 39. Localisation et activités des entités constituant la Supply Chain de M.

3.1.2. Le processus logistique et du flux de produit dans la Supply Chain de M

Dans ce paragraphe, nous décrivons les étapes du processus logistique dans la Supply Chain de M :

Etape 1 : U1 et U2

Au cours de l'étape 1, les différentes matières premières sont usinées en composants spécifiques pour chaque famille de produits. Deux usines (U1 et U2) peuvent réaliser indifféremment ce travail. Les produits semi-finis issus de U1 et U2 sont stockés dans deux plateformes logistiques. Les composants produits partent directement vers les usines U3, U4, et U5 pour les composants produits par U1 et vers U6, U7, et U8 pour les composants produits par U2. Il faut compter une journée ouvrée pour qu'un produit passe de U1 et U2 à l'étape suivante.

Etape 2 : U3, U4, U5 et U6, U7, U8

Dans l'étape 2, les différents composants produits dans les usines U1 et U2 sont couplés avec de la matière première et assemblés en modules. Les composants produits par U1 sont assemblés indifféremment et uniquement par U3, U4, U5. Les composants produits par U2 sont assemblés indifféremment et uniquement par U6, U7, U8. Il faut compter 1 journée ouvrée pour qu'un produit passe de l'étape 2 à l'étape 3 dans chaque filière, et 5 jours ouvrés pour passer d'une filière à une autre.

Etape 3 :U9, U10

Dans l'étape 3, les différents modules produits par les usines U3, U4, U5 sont assemblés en produit final prioritairement dans l'usine U9 et accessoirement dans l'usine U10. Si l'usine U9 est saturée, les modules partent alors vers U10. Avant chaque usine U9 et U10, existe une plateforme de stockage qui permet le stockage d'encours provenant de l'étape précédente.

Les modules produits par les usines U6, U7, U8 sont assemblés prioritairement par l'usine U10 et accessoirement par l'usine U9. Si U10 est saturé, les modules partent vers U9.

Cette étape nécessite l'utilisation d'une plateforme spécifique sur la ligne d'assemblage. C'est le passage sur la plateforme qui permet de différencier les différentes familles de produits finis. Pour chaque famille de produits, la plateforme est la même. La grande différence provient des composants et de la matière incorporés dans le produit final. Même si le produit fini prend sa forme lors de cette étape, il est déjà "encours" dès la première étape.

Chaque plateforme "produit" n'est utilisable qu'une fois. La plateforme produit est fournie par M à ses fournisseurs (uniquement D). Conçues par M, les plateformes produits sont fabriquées par une filiale F de M complètement autonome. Les rapports entre M et cette filiale sont devenus des rapports commerciaux. Les plateformes sont fournies en juste à temps sur chaque centre (U10 et U9) en fonction du planning transmis par le Supply Chain manager de M. F n'apparaît pas dans l'étude demandée au niveau de l'étude des flux logistiques de la Supply Chain. Il faut compter une journée pour que les produits passent de U9 à U11 et 5 jours ouvrés de U10 à U11.

Étape 4 : U11

Dans l'étape 4, les produits issus de U9 et U10 sont contrôlés, puis étiquetés et différenciés par l'emballage suivant les différents clients de la société. Ils sont alors prêts à être distribués. Les produits finis sont stockés à ce niveau de la Supply Chain. Avant U11 et après U11 les encours et produits semi-finis sont stockés dans un immense entrepôt qui constitue une plateforme logistique.

3.1.3. Le flux financier dans la Supply Chain de M

Corollaire du flux physique, le flux financier est la contrepartie monétaire de tout élément issu du flux physique. Cependant, contrairement au flux physique qui est organisé autour de sites géographiques, le flux financier correspond aux contreparties monétaires existant entre les entreprises membres de la Supply Chain de M. Au lieu des 11 entités organisationnelles du flux physique, le flux financier est organisé autour des 5 firmes constituant la Supply Chain de M. Suivant les pays d'origine, les contrats, libellés dans la monnaie d'origine de l'entreprise "fournisseur" montrent qu'il existe deux types de flux financiers dans la Supply Chain de M : les contrats sont soit libellés en Euro soit en Dollars. La figure 152 permet de visualiser la nature des échanges monétaires dans la Supply Chain.

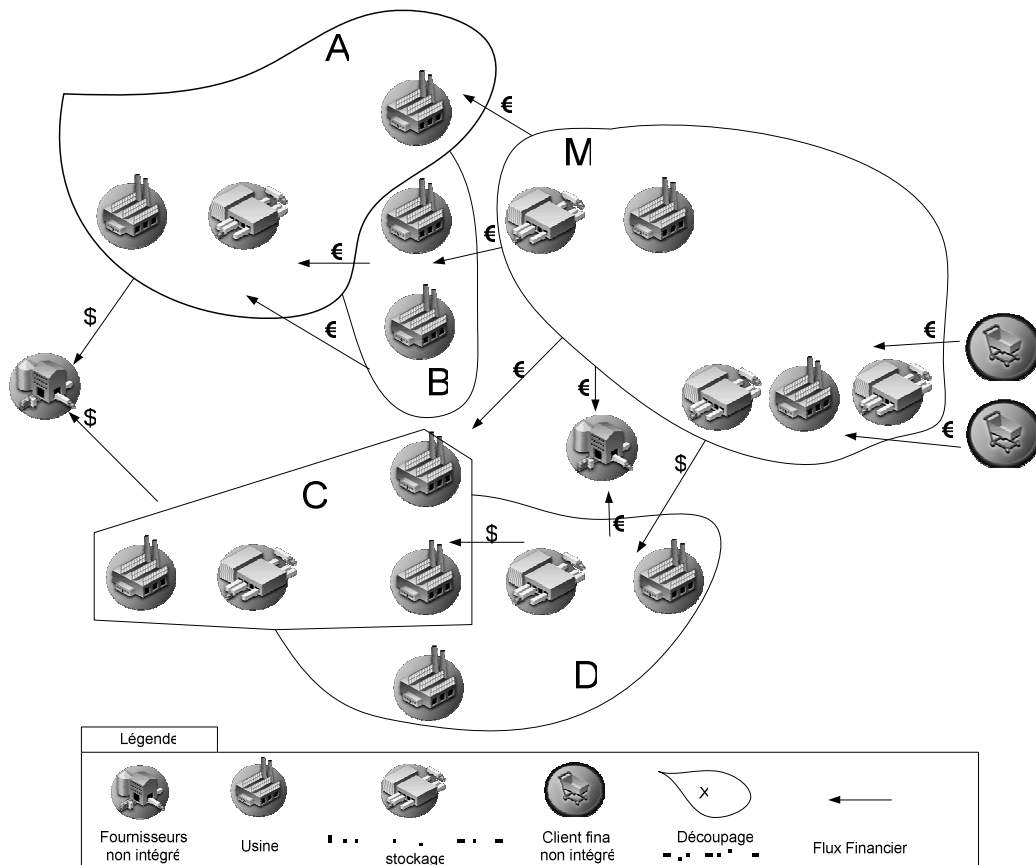


Figure 152. Flux monétaires dans la Supply Chain de M.

3.1.4. Le processus de modélisation de la Supply Chain de M

L'élaboration du modèle de connaissance présenté dans le paragraphe ci-après et validée par M présente les éléments retenus pour la constitution de système d'aide à la décision pour M. Les phases de recueil de la connaissance ont été assurées par la firme M.

Compte tenu du découpage géographique (filiale Américaine / filiale Européenne), il a été décidé en accord avec le Supply Chain manager de se focaliser sur la filiale Européenne, (figure 153) et de proposer un planning sur les 6 familles principales de produits. Ce planning de production doit être évalué par les critères de performance du tableau de bord de la Supply Chain qui est à élaborer. Le collaborative planning doit être acceptable par tous les membres de la Supply Chain :

- absence de perte pour l'ensemble des partenaires sur l'ensemble de l'horizon de planification,
- cash flow positif sur chaque période.

Le collaborative planning doit permettre à M :

- de minimiser ses stocks ;
- de satisfaire la demande (respect du PIC) ;
- de minimiser ses coûts ;
- de maximiser son cash flow.

Seul un ABS intégrant les critères de performance du flux physique, du flux financier, et des coûts au travers d'un tableau de bord global permettrait au Supply Chain manager de la firme M de piloter réellement les flux en les tirant par la demande. Plusieurs plannings sont peut être acceptables. Il convient alors de déterminer le meilleur pour M et ses partenaires.

Dans la suite du document, nous considérons que chaque compagnie est constituée de BU (figure 153).

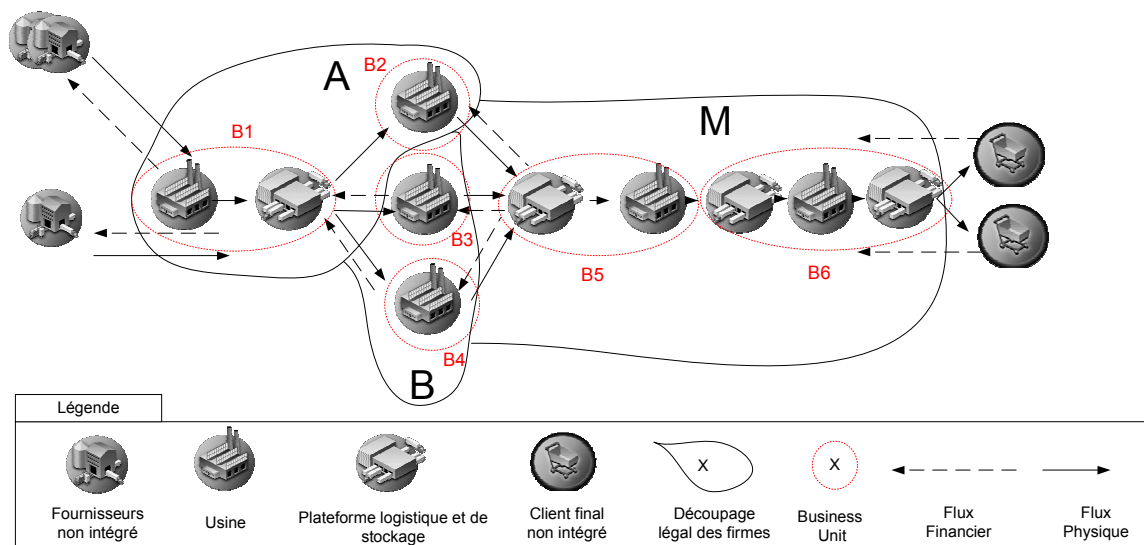


Figure 153. Les contours du système à modéliser.

A partir du modèle de connaissance de la Supply Chain de M qui est présenté dans le paragraphe ci-après, trois modèles d'action différents sont utilisés sur la Supply Chain de M. Le premier permet, avec l'approche PREVA, d'évaluer différents plannings tactiques conçus à partir d'heuristiques, d'un modèle de simulation sous ARENA et d'une instance du modèle analytique présenté dans le chapitre 4. Le deuxième modèle qui est un modèle d'optimisation permet de déterminer un planning collaboratif maximisant le cash flow global de la Supply Chain à un niveau tactique tout en évaluant son niveau dans chaque firme. Le troisième modèle, qui est un modèle d'optimisation, permet d'obtenir sur une BU de la chaîne un ordonnancement des commandes maximisant la position de trésorerie.

La figure 154 présente le processus de modélisation de la Supply Chain de M résultant de la mise en œuvre de l'environnement ASCI-SC sur la Supply Chain de M par la constitution de trois ABS dédiés à trois problèmes à partir d'un même modèle de connaissance.

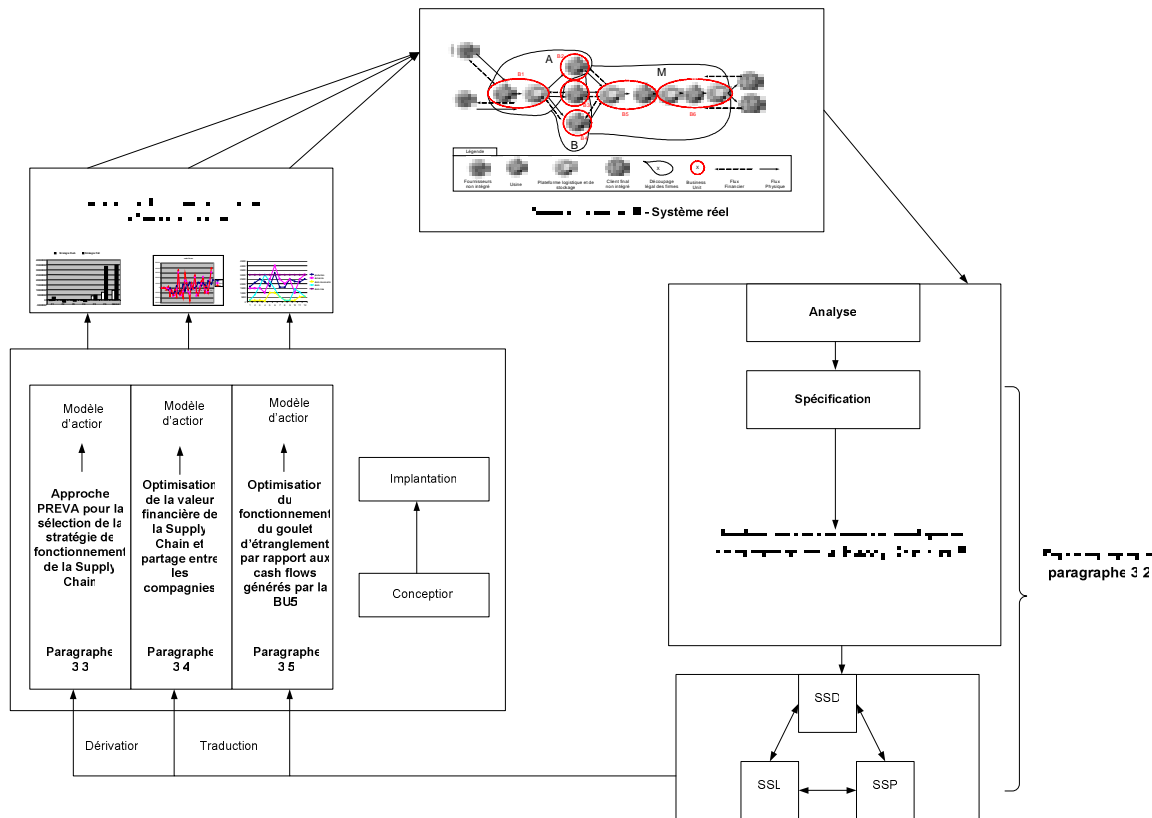


Figure 154. Le processus de modélisation de la Supply Chain de M.

3.2. Analyse et Spécification pour la conception du modèle de connaissance de la Supply Chain de M

L'activité principale de la Supply Chain de M porte sur l'équipement de pièces pour l'industrie automobile (et a donc deux types de clients : les constructeurs automobiles et le grand public pour les pièces sur véhicules d'occasion). La Supply Chain de M comporte des flux de matières et de produits, des unités logistiques opérationnelles d'activités physiques, des familles de produits, des flux financiers et d'information, ainsi qu'un processus décisionnel réalisé par les unités de management logistique. Il s'agit donc de modéliser l'écoulement des différents flux (physiques et financiers) à travers les différentes unités composant le réseau de la Supply Chain depuis l'entrée des matières premières dans la Supply Chain au niveau de la première usine jusqu'à la vente des produits finis. Nous supposons que chaque site de production doit être considéré comme une BU.

Les différentes étapes de l'analyse de la Supply Chain en vue de sa modélisation comprennent :

- l'identification et l'analyse des flux de matières et des flux financiers ;
- l'analyse détaillée des flux de matières ;
- l'identification des processus décisionnels ;
- l'analyse des flux d'information ;
- l'identification du processus logistique suivant les différents niveaux de granularité.

Nous présentons successivement le sous-système logique, le sous-système physique, le sous-système décisionnel de la Supply Chain de M, nous donnons une spécification des activités de transformation du processus logistique pour la programmation de la charge.

3.2.1. Le sous-système logique de la Supply Chain de M

L'analyse du sous-système logique comprend les étapes suivantes :

- identification des objets appartenant au sous-système logique (les éléments de flux de matières, les flux financiers et d'informations, les gammes et les nomenclatures);

- la décomposition arborescente des gammes et des nomenclatures pour la Supply Chain ;
- la décomposition des gammes en gammes logiques et gammes opératoires pour la Supply Chain.

3.2.1.1 Les liens entre les flux physiques et financiers dans la Supply Chain de M

Rappelons que la Supply Chain existe relativement à un objectif de transformation des flux de matières devant permettre de générer du cash flow pour chaque partenaire de la Supply Chain. Le sous-système logique nous permet donc de spécifier au moyen des gammes et des nomenclatures élaborées en commun entre les partenaires, les éléments de flux qui doivent être transformés, et en conséquence de réaliser l'analyse et la spécification des flux de matières. Cette spécification est réalisée :

- en remontant chaque flux depuis les points (le produit final) de l'aval jusqu'aux points de l'amont . Il s'agit de parcourir l'arbre de la nomenclature en partant de la tête, la racine de l'arbre étant le produit fini. Ce parcours permet de connaître l'ordre dans lequel sont introduits les composants ;
- en identifiant l'enchaînement de toutes les opérations et de toutes les ramifications existantes, pour chaque unité d'activité de transformation parcourue. Il s'agit de parcourir l'arbre de la gamme globale d'élaboration du produit final.

La spécification du sous-système logique est orientée produit, c'est-à-dire orientée élément de flux de matières. Elle s'effectue donc à partir des objectifs formulés à travers certaines caractéristiques des produits à fabriquer.

Chaque type de produit définit alors à la fois un circuit effectivement parcouru par un flux de matières au cours de son élaboration, et génère un flux financier. Chaque fois qu'un élément de flux physique traverse une BU, il génère un élément financier en contrepartie. Si deux BU successives appartiennent à la même firme, le mécanisme du prix de cession entre les deux entités permet de rapporter le flux financier de la firme à chaque BU et de connaître la part création de valeur financière de chaque BU.

Ce circuit peut être déterminé à partir de la gamme logique dans laquelle seule les opérations de transformation fonctionnelle sont décrites. Chaque opération de transformation fonctionnelle constitue ainsi un processus qui est valorisé à l'aide d'un modèle ABC et caractérisé par un ou plusieurs inducteurs.

L'analyse des gammes logiques des différents types de produits nous permet de spécifier la circulation des différents flux de matières (références à produire) et donc d'identifier les familles de flux de matières pour tous les circuits différents : successions identiques de passages à travers le réseau d'écoulement des flux dont les nœuds représentent les unités d'activités de transformation fonctionnelle (unités logistiques opérationnelles). A partir de cette analyse, il est possible d'établir une synthèse préliminaire de la circulation des flux de matières et de construire le schéma logique de la circulation des flux, qu'ils soient physiques, informationnels ou financiers puisque ces derniers viennent en contre partie du flux de matières.

3.3.1.2. Elabration du schéma logique de la circulation des flux

Une des principales techniques utilisées lors de l'étude des méthodes de fabrication et des processus de production est le graphique de cheminement des éléments de flux ou schéma logique de la circulation des flux. Ce schéma est un plan de la Supply Chain, un plan de l'usine ou de l'unité étudiée à l'échelle. Ce schéma indique l'emplacement exact des unités opérationnelles, les détails et les divers points d'activité et le déplacement des matières et du personnel. Ce graphique permet de visualiser et d'analyser le déroulement du processus de production et l'enchaînement relatif aux opérations propres aux différents procédés. De plus, on voit l'ordre d'entrée des matières premières et la progression des produits. L'élaboration du schéma logique de la circulation des flux nécessite l'identification des familles de produits et des familles de flux.

La décomposition des produits en familles homogènes est faite sur le plan global de la firme M et sert à la présentation des statistiques de ventes, à la tenue des stocks...Le classement est souvent conçu dans une optique essentiellement de distribution situant à des emplacements voisins des articles de nature différente, mais d'utilisation identique. Nous serons alors conduit à le modifier, afin d'obtenir des classes qui sont suffisamment homogènes du point de vue des standards relatifs aux articles qu'elles contiennent. Comme critères de classement utilisés, nous pouvons citer : la nature de la matière première ou composant de base, l'usine, l'atelier, le type d'opération, le groupe de machines...L'analyse de la demande à satisfaire permet de définir de manière synthétique six grands types de familles de produits :

- les produits de type F1 ;
- les produits de type F2 ;
- les produits de type F3 ;
- les produits de type F4 ;
- les produits de type F5 ;
- les produits de type F6.

Chaque famille utilise les mêmes procédés technologiques de production dans la Supply Chain de M.

La différence entre les différents produits de type F1 à F6 provient essentiellement des quantités de matières et de composants utilisés, ainsi que de l'utilisation d'une plateforme. Les temps de traitement lors de la troisième étape (BU5 / usine U9) dans le processus logistique sont identiques. Les familles F1, F2, F3, F4 constituent normalement des produits de masse en grande série tandis que les produits F5 et F6 sont des produits de plus haute technologie sur lesquels la demande est moins forte, mais les prix plus élevés. Chaque famille de produits correspond à un canal de distribution différent ce qui signifie que délais de paiement et prix sont différents pour chaque famille.

A partir d'une synthèse des produits finis et de leurs gammes logiques, nous pouvons déterminer les familles de flux avec leurs circuits et leurs points caractéristiques en remontant chaque flux de l'aval jusqu'à l'amont. Nous présentons le processus logistique au niveau de la Supply Chain dans le tableau 40. Une décomposition à un niveau de détail plus fin est donnée dans l'annexe 9 de ce document.

Cette démarche d'analyse est menée de manière exhaustive en prenant en considération tous les produits finis livrés par la Supply Chain de M, afin de formaliser la circulation des flux sous un schéma logique de la circulation des flux de matières et ainsi faciliter la spécification du sous-système physique et la construction du réseau d'écoulement des flux de l'unité logistique opérationnelle.

Chaque élément du flux physique trouve, quel que soit le niveau de granularité, une contrepartie financière qui se traduit par son prix (qui peut être de cession ou de marché) et constitue un élément du flux financier.

Nous pouvons aboutir à une agrégation des flux principaux d'élaboration afin d'obtenir un ou plusieurs flux globaux traversant la Supply Chain et ainsi spécifier la circulation des éléments de flux à travers cette dernière. Dans ce contexte, le choix de l'unité (élément de flux) de mesure commune à l'ensemble des produits réalisés par l'entreprise s'avère très important.

Cette unité, nommée *unité équivalente*, permet de ramener à un même dénominateur tous les flux de produits. Ainsi, les paramètres du flux global sont déterminés à partir de cette unité équivalente tandis que les différents flux sont représentés par leur poids (pourcentage) dans le flux global. Par exemple, les flux des différentes familles de produits ont le même circuit depuis la réception des matières premières dans la première BU jusqu'au stock final. Compte tenu du fait que les produits circulent en lots de conditionnement, l'unité véhiculée tout au long du circuit du flux peut être choisie comme unité équivalente. Ainsi, l'unité de mesure utilisée pour définir les paramètres du flux global est le lot conditionné. L'utilisation de cette démarche (Tchernev, 1997) nous permet de spécifier de manière synthétique le cheminement des différents flux en respectant l'approche transaction et facilite le passage de l'approche transaction à l'approche station à lors de la traduction du modèle de connaissance dans un modèle d'action. En outre, lors de l'analyse et de la spécification du modèle de connaissance au moyen d'une approche structurée, le passage du flux agrégé vers les familles de flux ou les flux eux-mêmes est réalisé en respectant le niveau de décomposition et le degré de finesse choisis.

L'étape suivante consiste à spécifier la circulation des flux pour formaliser de manière structurée la connaissance concernant la circulation des flux.

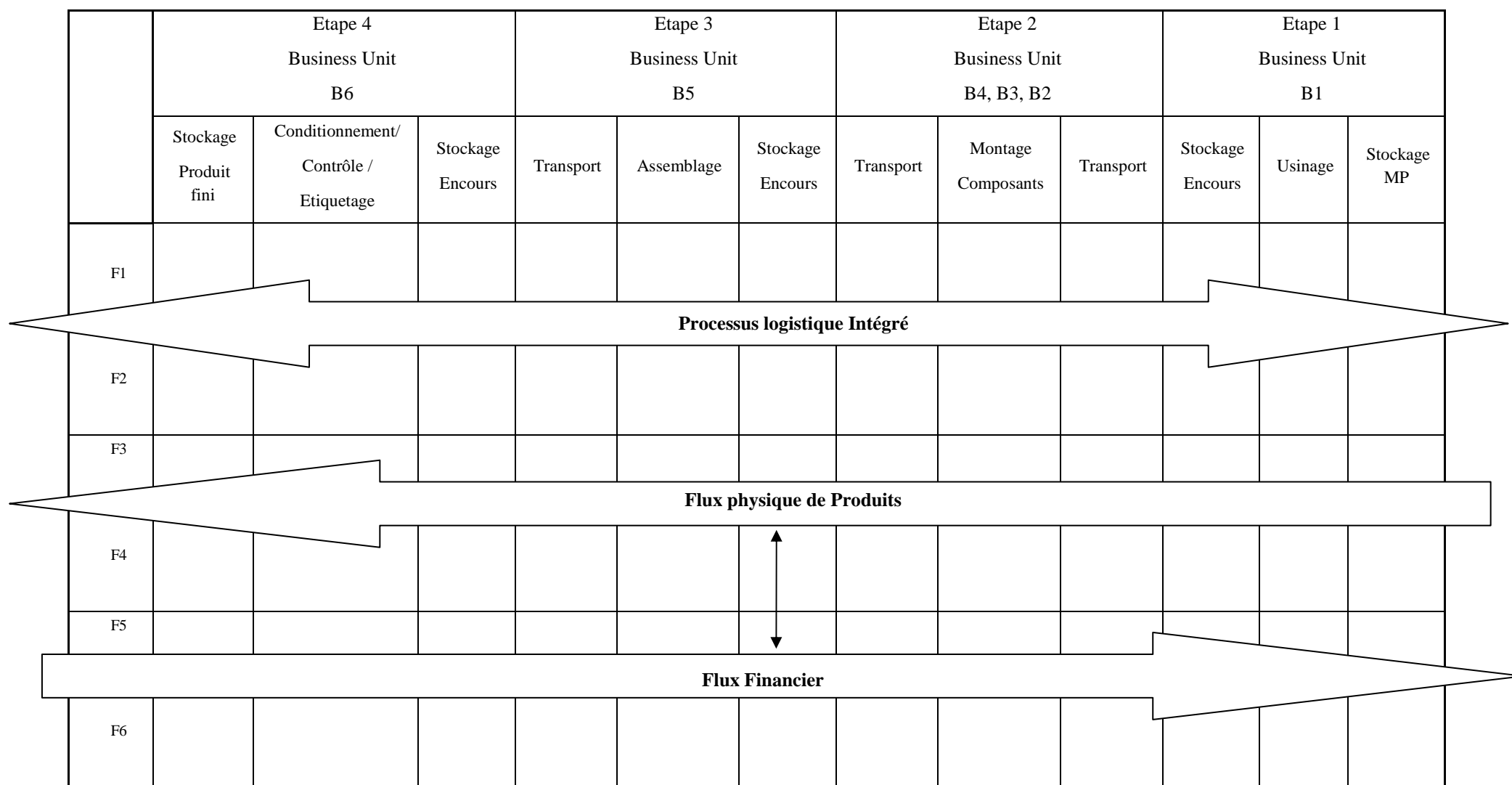


Tableau 40. Les différentes familles de produits et les différentes Business Unit de la Supply Chain de M coordonnées par un même processus logistique intégré.

3.3.2.3. Spécification de la circulation des flux dans la Supply Chain de M avec une approche par processus multiples et incrémentiels

La création d'un modèle ARIS commence par la définition de deux concepts qui sont le but et le point de vue du modèle. Le but du modèle fixe ses objectifs, tandis que le point de vue établit pour quel auditoire il est créé.

Pour la Supply Chain de M, notre objectif consiste à étudier la Supply Chain de M en vue de construire son modèle de connaissance et d'améliorer le processus logistique, le point de vue étant celui des experts industriels (Supply Chain manager de M, Supply Chain manager de A et de B, responsable du contrôle de gestion logistique de M, responsable financier de M).

Il s'agit en effet d'une analyse et d'une spécification descendantes de type "AS IS" (étude de l'existant) suivie d'une analyse remontante afin d'aboutir à une solution "AS SHOULD BE" (choix de stratégie d'amélioration des critères de performance) concernant le processus logistique.

La spécification débute avec une vue macroscopique de la Supply Chain de M et de son processus logistique (figure 155) avec un haut niveau d'agrégation et au niveau hiérarchique le plus élevé qui établit l'environnement dans lequel le modèle du système existe afin d'identifier les entrées (flux de matières premières, flux de composants ou les flux de matières entrants), les sorties (flux de produits semi-finis et de produits finis ou les flux des matières sortants) et les entrées de contrôles qui traversent les frontières du modèle ou le système étudié.

A partir de la figure 156, le modèle des différents macro-processus est créé pour délimiter les différents processus principaux et leur rattachement aux BU. Il permet de définir le contexte et extraire l'activité générale à analyser. Ce diagramme permet d'établir l'aspect spécifique du "contexte" que les experts en modélisation veulent étudier. Cette démarche, conformément à la méthodologie de modélisation, s'applique jusqu'à la fin de la spécification au niveau le plus bas de décomposition en fonction du niveau de détail désiré.

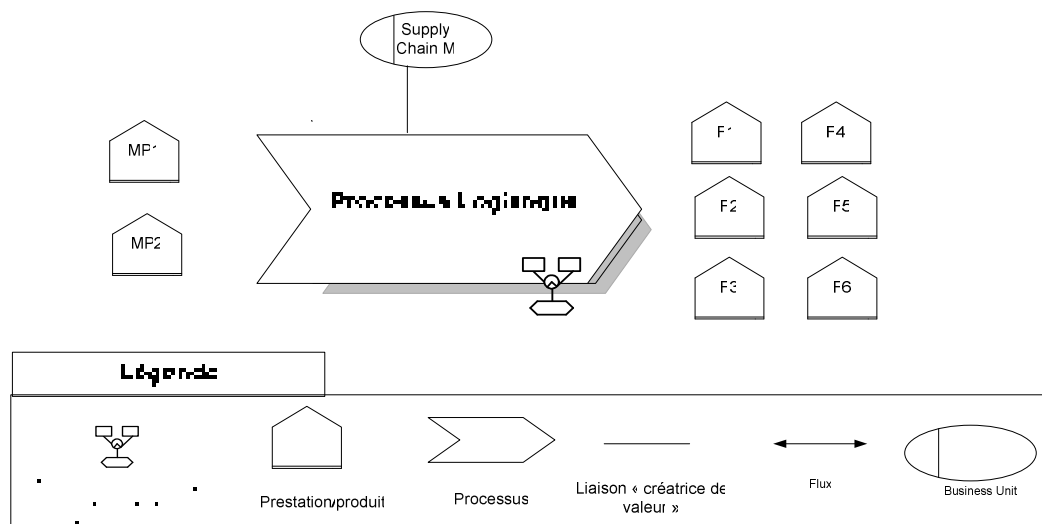


Figure 155. Processus logistique global de la Supply Chain de M.

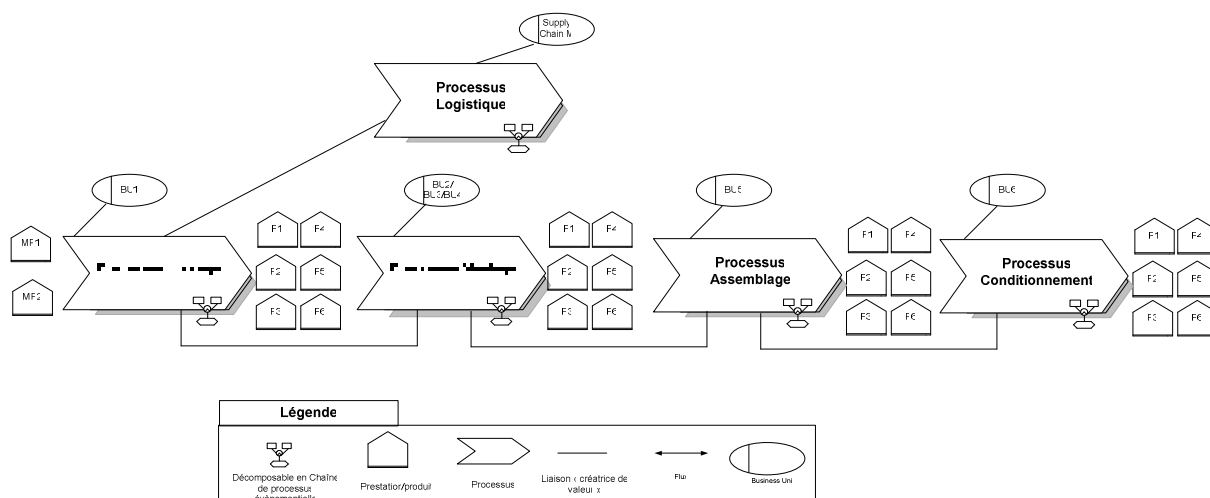


Figure 156. Les différents macro-processus du processus logistique et leur rattachement aux business units.

A ce stade d'élaboration du modèle de connaissance, l'analyse et la spécification du sous-système physique ne sont pas réalisées de manière exhaustive. Le processus logistique de la Supply Chain de M est utilisé de façon très générale comme mécanisme de support de toutes les activités des modèles de processus. Ainsi, nous passons du processus logistique de la Supply Chain de M contenu dans la figure 155 à une décomposition en 4 macro-processus qui sont rattachés à une BU (figure 156). Chaque macro-processus est lui-même décomposable, et permet d'identifier les processus d'un macro-processus à un niveau de granularité plus fin dans le cadre de cette étude.

Le détail de la modélisation multiple et incrémentielle du processus logistique est donnée dans l'annexe 9. Le tableau 41 présente les caractéristiques des processus modélisés dans le cadre du modèle de connaissance de la Supply Chain de M.

Type de figure	Niveau de granularité
Chaîne de valeur du Processus logistique de la Supply Chain de M	Macroscopique / Chaîne globale
Chaîne de valeur des Macro-processus de la Supply Chain de M	Macroscopique / Chaîne Globale
Chaîne de valeur du processus logistique détaillée de la Supply Chain de M	Mesoscopique / Chaîne globale
Chaîne de valeur de Processus	Mesoscopique / Usine
Processus élémentaire	Microscopique / Atelier

Tableau 41. Les différents niveaux de granularité dans le modèle de connaissance de la Supply Chain de la firme.

3.2.2. Le sous-système physique de la Supply Chain de M

L'analyse du sous-système physique se fait au travers de plusieurs étapes (figure 157) :

- la décomposition hiérarchique de la Supply Chain pour identifier les différents niveaux de granularité ;
- l'identification des unités appartenant aux différents niveaux ;
- la décomposition des différents objets appartenant aux unités recensées ;
- l'identification du transfert des flux matières du processus logistique et sa contrepartie financière.

La spécification du sous-système physique permettra d'élaborer le réseau d'écoulement des flux de matières et de compléter le modèle de connaissance dans ARIS.

Comme nous l'avons montré dans le chapitre 4, au niveau macroscopique, la Supply Chain de M est considérée comme une BU. La Supply Chain est ensuite décomposable en 6 BU (les 6 usines). Chaque usine est décomposable en ateliers, les ateliers en ilots... Cette décomposition permet d'obtenir une vision hiérarchique de la Supply Chain de M. Ainsi, les experts en modélisation et les experts industriels peuvent soit effectuer une analyse descendante (*i.e.* du général au particulier) soit effectuer une analyse montante (meilleure compréhension globale à partir d'un élément donné).

La finalité de cette étape est la spécification de l'ensemble de toutes les entités physiques capables de réaliser les opérations de transformation fonctionnelle et les opérations de transfert composant la Supply Chain de M.

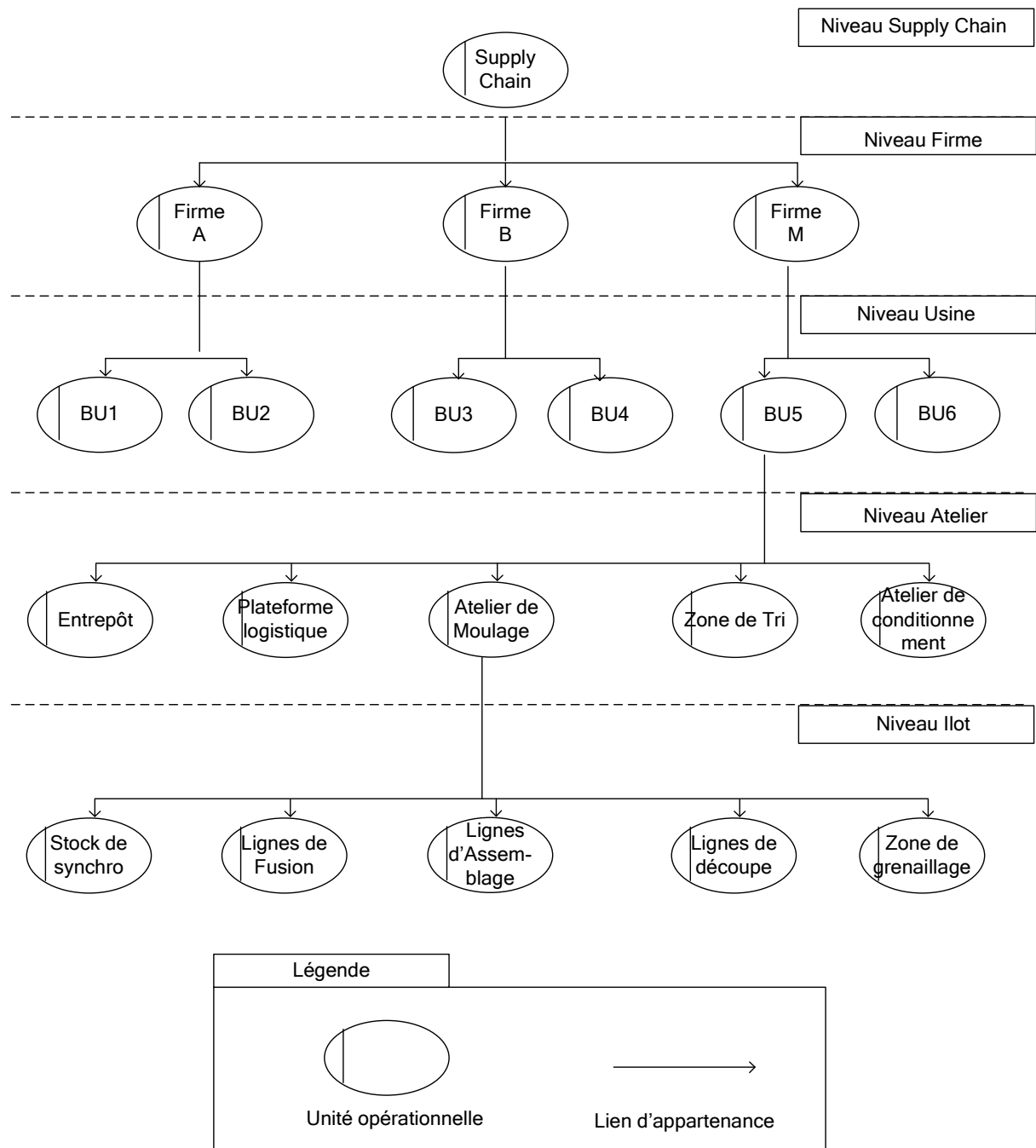


Figure 157. Décomposition hiérarchique de la Supply Chain de M à l'aide d'un organigramme ARIS.

3.2.3. Le sous-système décisionnel de la Supply Chain de M et le processus de programmation de la charge de la Supply Chain

La démarche que nous avons adoptée pour la spécification du SSD reprend une démarche comparable à celle du SSP, et est composée de deux étapes principales : la première étape consiste à identifier et à spécifier à l'aide d'une analyse descendante la structuration du sous-système décisionnel en définissant les centres de décision (ici, les acteurs) qui réalisent la supervision des différentes BU définies pour la Supply Chain (figure 158).

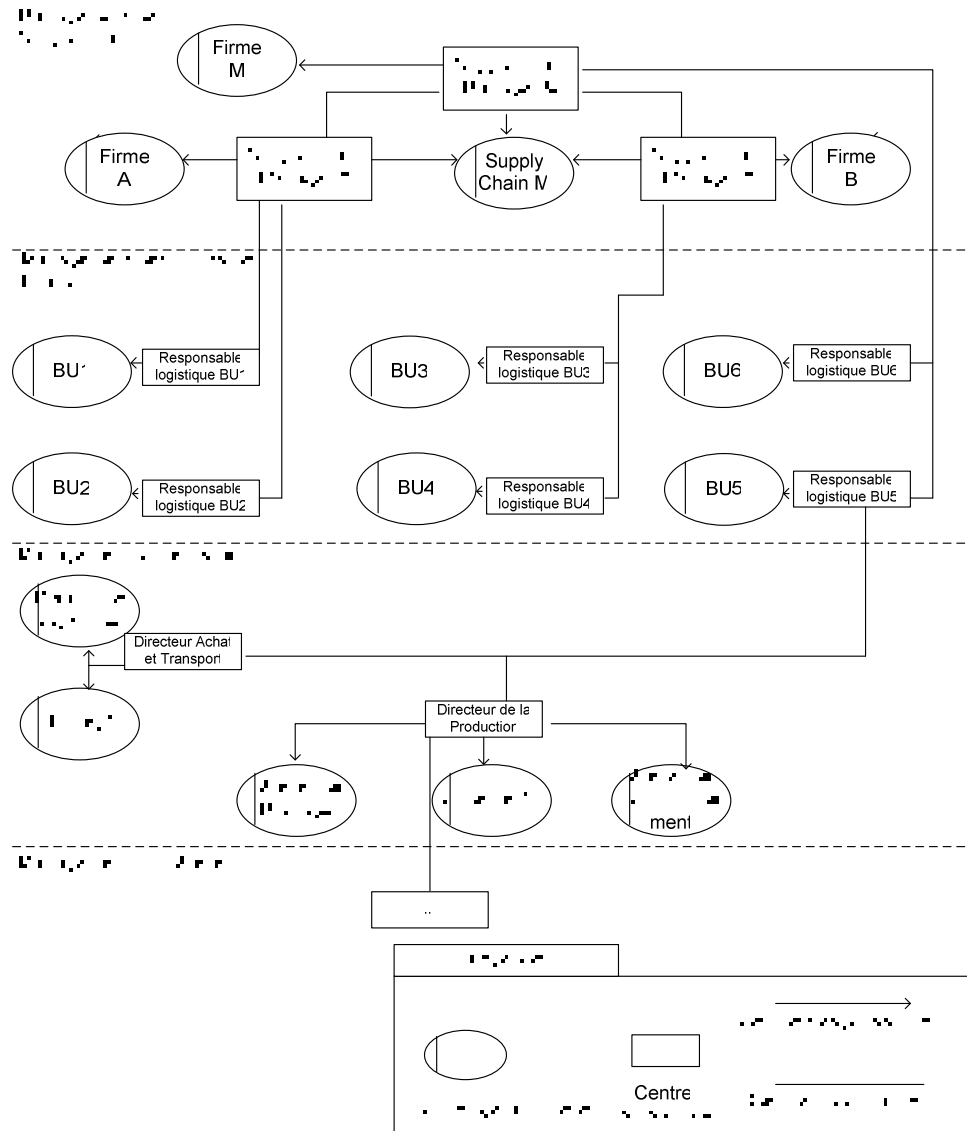


Figure 158. Organigramme ARIS et structure de la décision pour le processus logistique dans la Supply Chain de M.

La deuxième étape consiste à définir le processus de programmation de la charge prévisionnelle. Les différentes activités de transformation, de stockage et de transport du processus logistique sont régies par des décisions et des règles caractérisant le processus décisionnel ou les activités de décision. C'est par l'intermédiaire de relations contractuelles que les firmes A, B, M ont décidé d'intégrer leur collaboration en fixant le cadre de travail sur une durée de 2 ans (engagement matérialisé par une convention juridique de type GIE ou Groupement d'Intérêt Economique). Ce GIE ne porte que sur la cellule de Supply Chain Management et ne concerne que les activités de planification. Les frais de fonctionnement du GIE concernent essentiellement des charges de personnels (équipe de Supply Chain Management, réunions entre les partenaires, frais juridiques). La plateforme logicielle utilisée extrait les données des ERP de M, de A de B dans un entrepôt de données qui traite les données nécessaires à la coordination du processus logistique.

Ainsi, M s'engage à fournir à A et B son plan industriel et commercial pour que ceux-ci intègrent les prévisions d'activité de M dans leur activité.

Les activités logistiques sont coordonnées par un planning qui permet à chaque partenaire de connaître quantités à livrer par famille de produits au niveau tactique. Pour élaborer ce planning collaboratif, A, B et M ont monté une structure commune qui pilote chaque usine sans regarder son appartenance à telle ou telle firme. Le responsable de cette structure est également le Supply Chain manager de M. Ce dernier souhaite trouver un planning collaboratif au niveau tactique qui permette à chaque firme de dégager le maximum de cash flow.

A et B ont convenu contractuellement avec M que celle-ci répercutait à ses partenaires les délais de paiement obtenus de ses clients. C'est la livraison du produit qui entraîne le démarrage du délai de paiement.

Une étude de la Supply Chain montre que cette dernière pourra être aussi bien organisée en stratégie de production pull qu'en stratégie push, et que différentes stratégies de production peuvent être élaborées.

Actuellement, globalement, la règle de fonctionnement de la Supply Chain pour l'élaboration de son planning collaboratif (c'est à dire production de la famille dont le niveau de stock est le plus bas) est une stratégie de gestion en Push.

L'intégration d'une règle de gestion en Pull consisterait à sélectionner le produit dont l'autonomie par rapport à la demande est la plus faible. Une stratégie de gestion de la chaîne en pull nécessite donc forcément que les différentes BU communiquent entre elles leurs prévisions.

Comme le Supply Chain manager de M souhaite piloter l'ensemble des flux, ce dernier souhaite donc intégrer des règles financières dans la sélection des produits.

La Supply Chain de M fonctionne globalement sur prévisions. Cependant, certains clients imposent des livraisons quotidiennes, avec des préavis de livraison de l'ordre de quelques jours. Aussi, M doit être capable de reprogrammer son planning notamment au niveau de la BU5 en fonction de commandes urgentes. Le Supply Chain manager de M souhaite que le niveau opérationnel utilise des règles de décisions qui intègrent une approche financière dans l'ordre de traitement des commandes.

Globalement, le processus de programmation de la Supply Chain de M correspond aux différents types de planification tels que définis précédemment dans ce document.

3.2.4. Spécification des activités de transformation du processus logistique de la Supply Chain de M pour la programmation de la charge

La spécification des communications entre les trois sous-systèmes logique, physique et décisionnel reprend l'approche présentée dans le chapitre précédent, et le modèle générique de connaissance correspond aux objets et aux classes identifiées dans le cadre de ce projet.

La spécification des communications entre les trois sous-systèmes permet de lier l'ensemble des activités du processus logistique et de représenter les activités de transformation des flux de matière, des flux d'information et des flux financiers nécessaires pour la gestion des différents procédés de transformation.

Les mécanismes nécessaires pour l'exécution des activités décisionnelles sont ainsi des centres de décision structurés par rapport aux niveaux hiérarchiques des unités opérationnelles qu'ils pilotent.

Ces activités décisionnelles mettent en œuvre la spécification de différentes politiques de gestion, de pilotage et d'affectation des ressources.

Une étude menée par les différents contrôleurs de gestion sur chaque site sur les données réelles de fonctionnement (évaluation ex ante) montre qu'au niveau de granularité le plus bas, les inducteurs sélectionnés et présentés dans l'annexe 10 de ce document sur les CPE parviennent à expliquer 95% de la formation des coûts indirects issus du processus logistique dans les différentes entités traversées. Cependant, il apparaît nettement que l'inducteur de coût qui génère la plus grosse consommation de ressources indirectes est l'inducteur "Nombre de campagnes" puisque sur 60 processus élémentaires analysés, cet inducteur en explique 35, et représente à lui seul (sur l'ensemble des BU traversées) 60% de la formation des coûts indirects. Une campagne correspond en fait à l'installation du flux matière entre deux points de stockage sur la Supply Chain. Compte tenu de l'intégration du processus logistique sur l'ensemble de la chaîne, une campagne de production peut être installée dans ce cas sur l'ensemble de la Supply Chain (*i.e.* ce qui signifie que chaque usine travaille en simultané sur la même famille de produits).

Le détail de la spécification des activités de transformation du processus logistique de la Supply Chain de M est donné dans l'annexe 10

Ainsi, à partir du modèle de connaissance, trois modèles d'actions vont pouvoir être bâtis :

- ◆ Le premier modèle correspond à la sélection de planning suivant différents scénarii (Push/Pull) par l'approche Preva, à partir d'un modèle de simulation pour le flux physique du processus logistique sur l'ensemble de la Supply Chain.
- ◆ Le deuxième modèle présente une instanciation des modèles pour le partage de la valeur financière (chapitre précédent, paragraphe 5.2). Ce chaînage de modèles permet l'obtention d'un planning qui optimise le cash flow sur l'ensemble de la Supply Chain puis le partage par un mécanisme de régulation automatique des prix des composants et produits entre les BU sur chaque période de l'horizon de planification ; il correspond à une politique de régulation du flux financier.
- ◆ Le troisième planning présente la détermination d'un planning opérationnel d'ordonnancement par une approche fondée sur la maximisation de la position de trésorerie de la BU5, goulet d'étranglement de la Supply Chain pour la firme M.

3.3. Conception et implantation de modèles d'action et de résultats pour la sélection de plannings collaboratifs à partir de l'approche PREVA

Dans un premier paragraphe, nous présentons les caractéristiques techniques (Comelli *et al.*, 2005,a,b) de l'instanciation de l'approche. Dans un deuxième paragraphe, nous présentons les tableaux de bord décisionnels construits pour aider le Supply Chain manager dans la prise de décision.

3.3.1. Caractéristiques de la démarche

Compte tenu de la précision de l'information, de la quantité de produits traités, le modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers développé dans le chapitre 4 a été instancié. Il est chaîné avec un modèle de simulation qui évalue l'impact des décisions des Supply Chain Managers modélisées par une heuristique sur le flux physique de la Supply Chain. Ce modèle de simulation (développer sous SIMAN V Arena) permet d'évaluer la Supply Chain de M suivant son fonctionnement, soit en stratégie pull, soit en stratégie push. La stratégie push sert d'étalon aux différents modèles :

- Une heuristique H1 est utilisée pour modéliser la prise de décision des différents supply chain managers en Push ;
- Une heuristique H2 est utilisée pour modéliser la prise de décision des différents supply chain managers en Pull.

Le modèle de simulation, et le modèle de résultat sont spécifiés directement en utilisant le modèle de connaissance (figure 193 de l'annexe 10) et correspondent à la programmation de la charge pour l'ensemble du processus logistique de la Supply Chain.

	Modèle d'action du flux physique	Modèle d'action du flux financier
Type	Simulation ARENA V + Heuristique	Instance du modèle analytique présenté dans le chapitre 4
Niveau de granularité	Macroscopique / Mesoscopique	Microscopique (unité de flux)
Modèle de connaissance dérivé	CPE du processus logistique de la Supply Chain (annexe 10)	CPE du processus logistique de la Supply Chain (annexe 10)
Produits	Agrégés sous forme de lot	Évalué à l'unité
Famille	Agrégation de famille	Évalué par client / Fournisseur
Inducteur	A l'unité	A l'unité
Maille du Planning/Budget	Semaine	Semaine / Mois
Horizon	Année	Année

Tableau 42. Caractéristiques du chaînage issu de PREVA.

Le modèle financier doit descendre jusqu'à la ressource financière la plus fine (le numéro de compte comptable) pour chaque usine de la chaîne et évaluer au plus juste pour un planning donné le niveau de cash flow généré par entité (compte tenu des informations fournies par BU). Une simulation à événements discrets programmée sous SIMAN V permet de fournir des données d'entrée pour l'instance du modèle analytique. En effet, la simulation a été préférée aux modèles mathématiques pour des raisons multiples telles que des contraintes de modélisation et de temps de calcul. Une modélisation spécifique a été effectuée pour prendre en compte les contraintes particulières causées par l'horizon de planification. Ce modèle de 2 Mo a été développé sous Arena 7.0 et met une minute pour tourner sur un PC équipé d'un processeur de 1.8 GHz et de 256 Mo de RAM. Les résultats finaux de la simulation sont donnés par le tableau 43. La simulation est déterministe et terminante.

3.3.2. Résultats

Les modèles d'action fournissent pour chaque produit et pour chaque BU une évaluation des cash flow générés pendant l'horizon de planification, la position de trésorerie, le taux de satisfaction client, le niveau des stocks sur l'ensemble de l'horizon de planification et évaluent les plannings proposés par les deux stratégies de gestion de la chaîne. Le tableau 43 synthétise le résultat de l'évaluation du modèle d'action du flux physique, la marge ABC est présentée dans la

figure 159, tandis que l'évaluation du flux financier est donnée dans la figure 160. Le tableau 44 présente les résultats très agrégés sous la forme d'un tableau de bord

	Push	Pull
Efficacité du flux physique Satisfaction client	88	88
Effizienz du flux physique Niveau des Stock (en quantité)	135480	133680

Tableau 43. Evaluation de la performance du flux physique (Global Supply Chain).

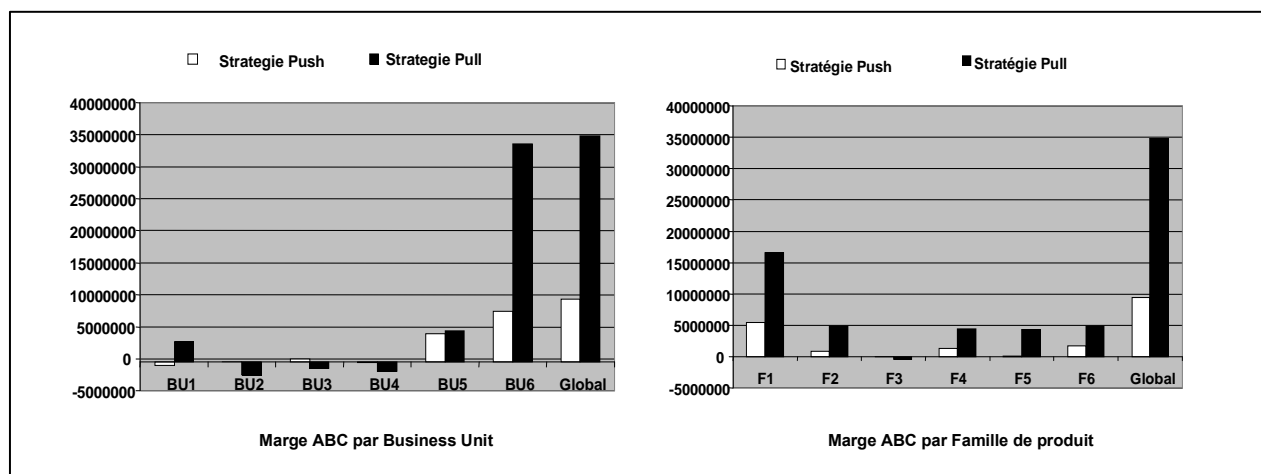


Figure 159. Marges ABC par produit et par Business Unit (cumul sur l'horizon).

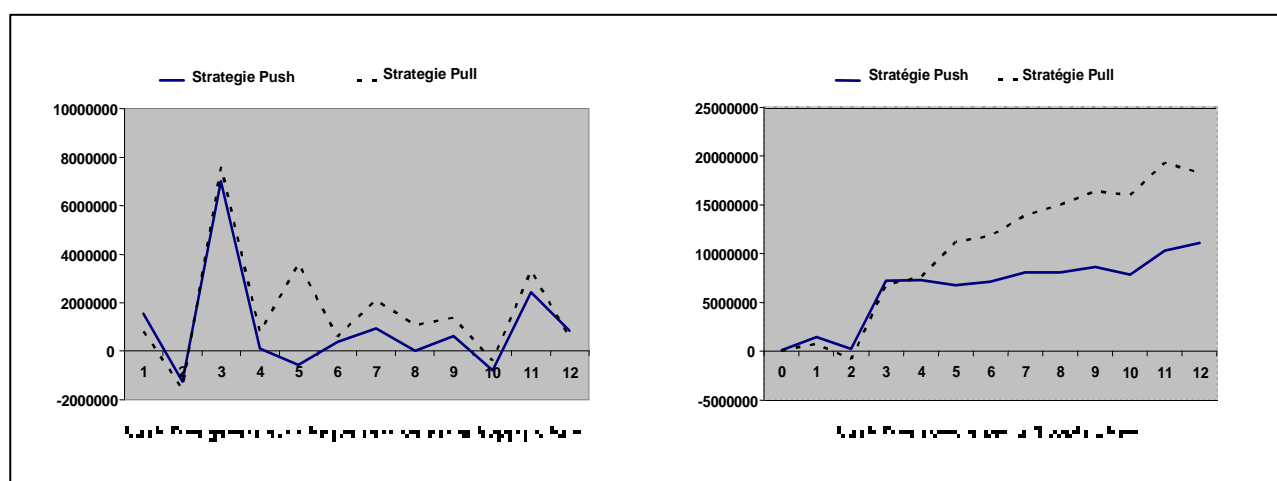


Figure 160. Evaluation du Cash flow.

	Stratégie Push(1)	Stratégie Pull (2)
Satisfaction client	=	=
Niveau des stocks final (en quantité)	=	=
Création de valeur	-	+
Trésorerie	-	+
Flux financiers	-	+
Création potentielle de valeur	-	+
Niveau des stocks finaux (en valeur)	-	+
Aspects collaboratifs	+	-
Sélection du planning	+ si les partenaires n'arrivent pas à partager la valeur créé par la collaboration	+ si les partenaires arrivent à partager la valeur créé par la collaboration

Tableau 44. Synthèse des résultats finaux

L'analyse des résultats montre que :

- les décisions de planification en Supply Chain Management sont normalement prise à l'aide d'applications logicielles de type APS qui structurent les résultats des modèles d'action sous la forme d'indicateurs du flux physique. D'un point de vue performance du flux physique, une gestion de la Supply Chain en Pull ou en Push est équivalente. Une prise de décision au vue des indicateurs fournis par un APS traditionnel aurait sans aucun doute conduit au maintien de la situation actuelle (Push). Dès lors, notre approche donne au management plus de critères de sélection et constitue une aide à la décision de meilleure qualité que celle apportée par les APS traditionnels.

- d'un point de vue Supply Chain, la stratégie Pull est meilleure et permettrait de générer davantage de cash flow / ou de marge ABC pour l'ensemble de la Supply Chain. La raison principale provient de la manière de travailler dans les BU 5 et 6 qui appartiennent à M. En effet, une gestion en Pull des activité permet de réduire le volume d'un certain nombre d'inducteurs dans la BU5 et diminue les coûts indirects de M.

- d'un point de vue collaboratif, ni B ni A n'ont intérêt d'accepter le passage en Pull, qui, compte tenu des arrangements actuels leur ferait perdre de l'argent : un passage en Pull, compte tenu des prix actuels ferait que la valeur financière résultant d'une nouvelle organisation de la Supply Chain serait entièrement captée par M. Dès lors, il faut pouvoir partager la valeur générée par la collaboration. C'est ce que permettent les modèles présentés dans le paragraphe 3.4.

- de manière contextuelle, et uniquement dans ce cas d'étude, un équilibre est à trouver entre longues séries de productions (nécessaires pour ne pas exploser les coûts) et taille des stocks à chaque niveau de la Supply Chain pour permettre de satisfaire le client final (au sens logistique du terme). Il est absolument impossible de généraliser la manière de gérer le flux physique en push ou en pull de la Supply Chain de M, ni de trancher dans l'absolu pour savoir si la stratégie de gestion en Pull est supérieure à la stratégie en Push.

- le recours à l'approche par les flux financiers montre simplement que l'évaluation financière de chaque planning apporte une plus value dans l'aide à la décision logistique puisqu'elle donne un critère discriminant pour la sélection des stratégie de gestion de la Supply Chain de M. Notons que l'approche proposée dans le cadre d'une Supply Chain Interne serait également pertinente car elle permettrait de sélectionner le mode de fonctionnement de la Supply Chain générant (toutes choses égales par ailleurs) le plus de cash flow.

L'approche PREVA a, dans cette application, montré l'intérêt qu'une évaluation du flux financier pouvait apporter en contexte collaboratif pour la Supply Chain. Cette approche permet d'évaluer les flux financiers, mais ne propose pas de solution permettant d'optimiser le fonctionnement financier du réseau et de réguler les

activités. Le modèle d'action présenté ci-après montre comment partager la valeur financière créée par la collaboration des activités dans le cadre de la Supply Chain.

3.4. Conception et implantation de modèles d'action pour un planning collaboratif tactique de la Supply Chain permettant une maximisation globale des cash flow et un partage de la valeur

Ce paragraphe présente l'utilisation des modèles collaboratifs permettant l'optimisation du cash flow global ainsi que son partage. C'est par la fixation des prix (qui sont équivalents à des prix de cessions) que nous proposons de partager la valeur financière entre les différentes BU de la Supply Chain. Le détail de l'approche est présenté dans (Comelli *et al.*, 2006 ,a, d).

3.4.1. Caractéristiques de la démarche

La modélisation présentée est conforme au modèle de connaissance présenté dans la figure 193 (annexe 9 présentant le détail des processus multiples et incrémentiels de la Supply Chain de M).

Le chaînage de modèle suppose d'instancier d'abord un modèle pour la constitution du cash flow global puis ensuite un deuxième PLNE pour partager la valeur financière.

	Modèle d'action A pour l'optimisation du processus logistique	Modèle d'action B pour le partage de la valeur financière
Type	PLNE optimisant le flux physique + chaînage (approche PREVA pour l'évaluation du cash flow) PLNE optimisant les cash flows globaux + chaînage pour l'évaluation des cash flow par BU	PLNE pour le partage de la valeur
Niveau de granularité	Microscopique	Microscopique (unité de flux)
Modèle de connaissance utilisé	CPE du processus logistique (Annexe 10)	CPE du processus logistique (Annexe 10)
Produits	Évalué par produit	Évalué par type de produits
Famille	Évalué par client / Fournisseur	Évalué par client / Fournisseur
Inducteur	A l'unité	A l'unité
Maille temporelle	Semaine	Semaine

Tableau 45. Caractéristiques du chaînage proposé.

Suivant la fonction objectif choisie (optimisation de la demande versus optimisation du cash flow), le modèle optimise le flux physique ou le flux financier de la Supply Chain. Le résultat du premier modèle d'action (qui peut chercher à optimiser uniquement le flux physique ou optimiser les deux flux) donne un niveau de cash flow global avec une quantité de produits à produire par période et par BU. Le chaînage avec le deuxième modèle d'optimisation permet de fixer le prix entre les BU de la Supply Chain tout en partageant la valeur générée par la collaboration.

3.4.2. Résultats

Nous avons testé le modèle A proposé sur 16 périodes avec 3 puis 6 familles de produits dans un premier temps. Nous avons ensuite testé la modélisation sur 31 périodes avec 3 puis 6 produits. Nous obtenons une solution optimale pour chaque instance du flux physique. Pour le modèle financier, nous obtenons l'optimum pour les jeux portant sur 16 semaines. Nous présentons uniquement les résultats concernant l'horizon de 31

semaines (tableau 46). Les données sortant de ces modèles sont ensuite envoyées dans le modèle de partage de la valeur financière qui répartit les cash flow par BU. Les résultats sont ensuite agrégés par firme (figure 161). Nous présentons également les prix de vente / les prix de cession entre les BU de la Supply Chain avant (tableau 47) et après (tableau 48) le partage de la valeur financière.

Nombre de périodes (semaines)	Familles de produits	Modèle d'optimisation A	Demande adressée	TSD %	DS	CFlow (en K€)
31	6	Physique	3420	84	2880	70800
		Financier	3420	83	2832	96049

Tableau 46. Résultat de l'optimisation globale des flux sur la Supply Chain.

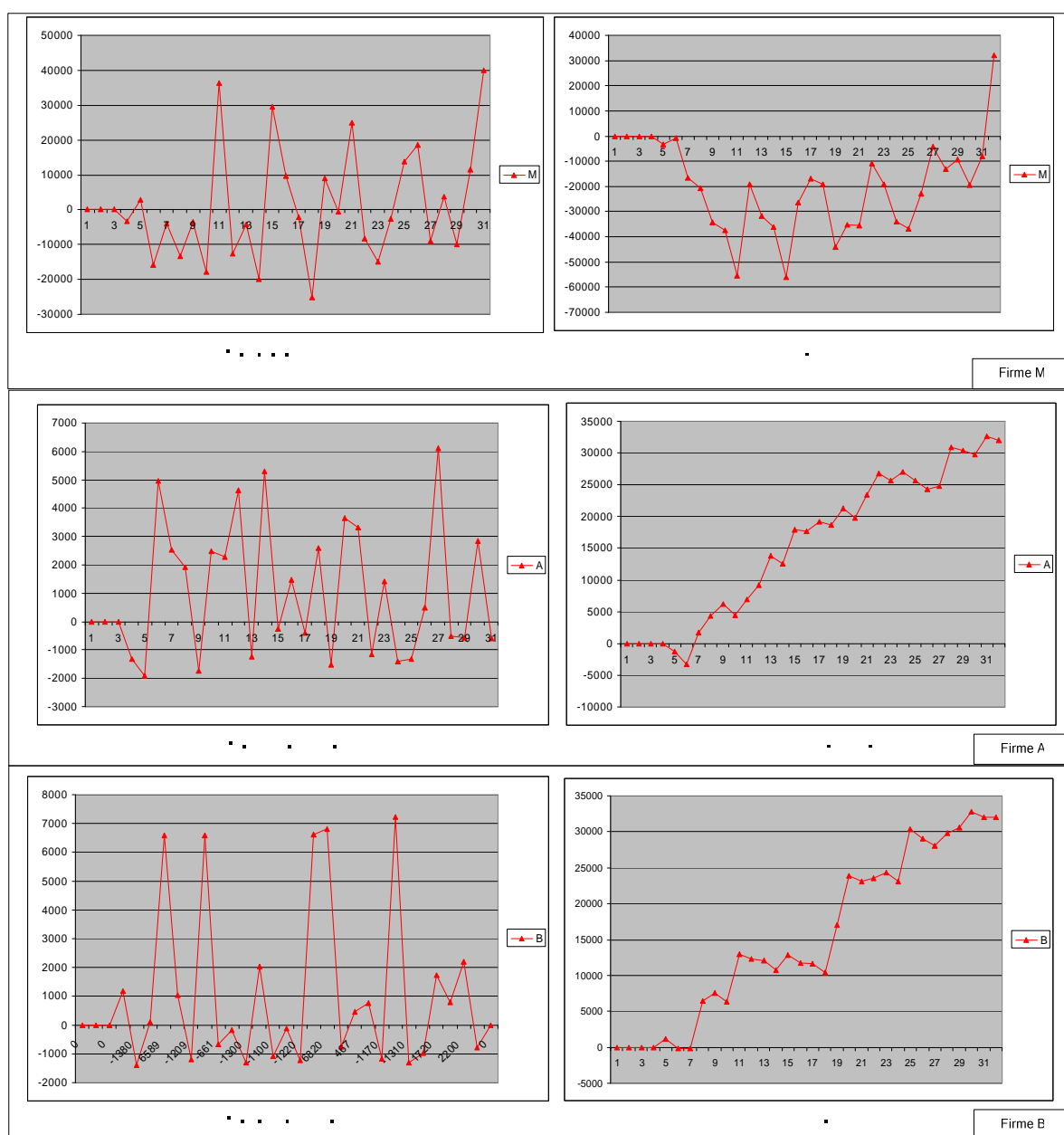


Figure 161. Cash flow par période et cash flow cumulés par firme après leur partage.

Famille	PV de BU1 à BU2	PV de BU1 à BU3	PV de BU1 à BU4	PV de BU2 à BU5	PV de BU3 à BU5	PV de BU4 à BU5	PV de BU5 à BU6
1	6	6	6	14	14	14	30
2	8	8	8	18	18	18	38
3	10	10	10	22	22	22	46
4	11	11	11	24	24	24	50
5	13	13	13	28	28	28	58
6	15	15	15	32	32	32	66

Tableau 47. Prix de vente/ Prix de cession avant partage de la valeur.

Famille	PV de BU1 à BU2	PV de BU1 à BU3	PV de BU1 à BU4	PV de BU2 à BU5	PV de BU 3 à BU5	PV de BU4 à BU 5	PV de BU5 à BU6
1	10	2	2	41	26	33	42
2	12	3	2	73	5	3	75
3	25	2	3	33	3	7	34
4	3	2	2	100	100	99	101
5	113	54	2	116	85	4	117
6	2	2	3	8	19	36	39

Tableau 48. Prix de vente / Prix de cession moyen après partage de la valeur.L'analyse des résultats montre que

- le modèle global A permet, par rapport à un modèle d'optimisation des flux physiques par quantité, pour un taux de satisfaction de la demande pratiquement équivalent de dégager un cash flow global de 96 049 K€ contre 70800 K€ ; de plus cette optimisation du cash flow global se fait avec un taux de satisfaction de la demande qui est presque équivalent (83% contre 84%).

- sans partage de la valeur financière, les firmes A et B refuseront le planning issu du modèle d'optimisation A. Dès lors, l'intérêt du deuxième modèle prend tout son sens puisqu'en faisant varier le prix de vente des produits entre chaque BU (sans regarder l'entreprise d'origine), il permet de partager les cash flows sur l'ensemble de la chaîne mais aussi sur chaque période.

- les différents modèles présentent un intérêt pour la collaboration dans la Supply Chain interne (fixation de prix de cession intégrant les critères fiscaux...) en plus de leur caractère décisionnel.

- s'il n'y a pas de collaboration, il n'y a pas de satisfaction des clients de M. L'approche proposée permet de fixer des prix permettant un partage de la valeur financière entre A, B, et M. Les règles de partage que nous avons choisies ici sont uniquement à caractère démonstratif : notre modèle permet de trouver une solution partageant de manière égale les cash flows générés par la collaboration sur l'ensemble de l'horizon de planification. Nous proposons plusieurs fonctions objectifs différentes permettant de partager la valeur financière autrement dans (Comelli *et al.*, 2006).

L'approche proposée permet ainsi de partager la valeur financière liée à une collaboration entre firmes dans une Supply Chain. Le modèle que nous proposons dans le paragraphe suivant se situe à un niveau de granularité plus fin (microscopique) et concerne l'horizon décisionnel opérationnel. Il s'agit en fait de proposer un "ordonnancement financier" des commandes clients dans une BU de la firme M, la BU5.

3.5. Conception et Implantation de modèles d'optimisation pour un planning opérationnel en fonction du niveau de cash flow sur un site de production

Face à une demande donnée, la manière de planifier à court terme la production sur une unité impacte de manière conséquente le niveau de trésorerie. Testée sur de petites instances, en considérant au niveau de la BU5 deux filières, en agrégeant les données, le modèle mathématique (Bertel *et al.*, 2005, 2006,a, b) montre l'intérêt d'ordonner la production en fonction des cash flow. Dans un premier paragraphe, nous présentons les caractéristiques du modèle d'action d'optimisation des flux financiers d'une BU en fonction des flux physiques. Nous présentons ensuite les résultats sur la BU 5 de la Supply Chain de M.

3.5.1. Caractéristiques de la démarche

Le modèle de connaissance montre que les produits sont traités selon deux origines dans la BU 5 :

- filière européenne ;
- filière américaine.

La question posée au responsable de l'usine BU5 est de savoir quelle filière ce dernier doit prioriser. A l'intérieur de chaque filière, plusieurs types de familles aux caractéristiques différentes cohabitent

Le routage des produits dans la BU 5 est donné par le modèle de connaissance de la CPE du processus d'assemblage de la BU 5 (figure 194 de l'annexe 10 de ce document). Il montre que le routage des produits dans l'atelier 2 de la BU 5 est différent suivant les deux types de filières.

L'objet est de proposer un ordonnancement des activités permettant de maximiser la trésorerie de la BU 5 au niveau de l'atelier 2, sachant que ce dernier constitue le goulet de l'usine. Le problème est multicritère et l'ordonnancement proposé doit optimiser la satisfaction client, la trésorerie, ne pas dépasser un stock maximum sur chaque période (la journée) de l'horizon et ne pas dépasser une contrainte minimale pour le flux financier que nous appelons Cashmin. Dans ce cas de figure, cashmin est fixée à -60000€. Les données numériques sont présentées à la fin de l'annexe 7 qui présente la formalisation du problème.

	Modèle d'action
Type	Modèle mathématique implanté sous Cplex optimisant les cash flow (annexe 7)
Niveau de granularité	Microscopique
Modèle de connaissance utilisé	CPE du processus assemblage
Produits	Évalué à l'unité (par commande)
Inducteur	A l'unité
Maille temporelle	jour

Tableau 49. Caractéristiques du modèle d'action proposé.

3.5.2. Solution donnée par l'heuristique

Les résultats montrent globalement que les critères de niveau de stock et de demande sont satisfaits. Par contre, (cf. tableau 50) les contraintes financières ne sont pas toutes satisfaites car la position de trésorerie est en dessous du minimum autorisé sur les périodes 6 et 7.

Période	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CASHP	100000	77850	35700	45200	33200	13700	-63800	-72350	17500	48850	61750	84650	-32450	1550	135550

Tableau 50. Position de la trésorerie d'après l'heuristique.

La figure 162 présente les différents indicateurs de performance résultant de l'ordonnancement proposé sur l'horizon de planification (12 jours).

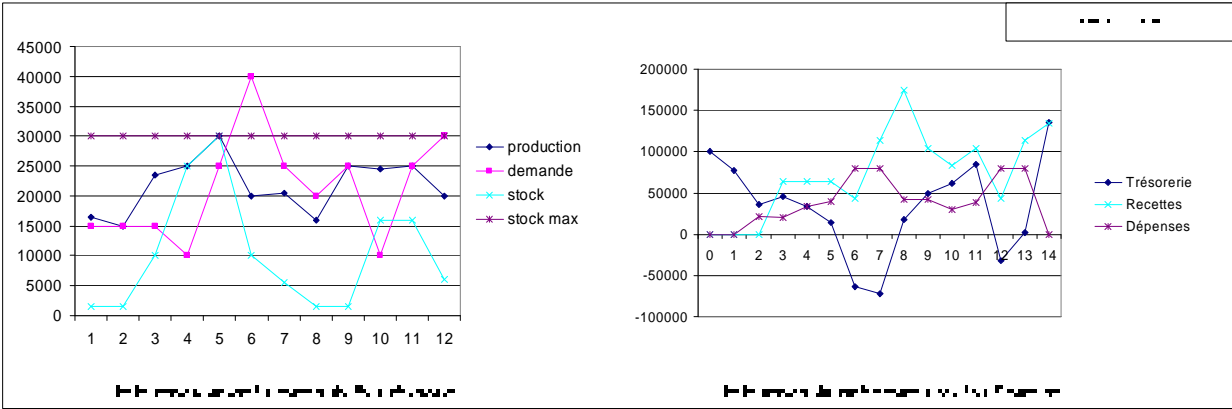


Figure 162. Indicateurs de performance issus de la mise en oeuvre de l'heuristique.

3.5.3. Résultats du modèle mathématique

Nous présentons ici les résultats donnés par le modèle mathématique présenté précédemment. La position moyenne de la trésorerie est de 32 416 K€. L'ensemble des contraintes est respecté, et jamais la contrainte de trésorerie minimale n'est violée (tableau 51).

Période	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CASHP	100000	77850	22578	11805	-7695	-11644	-59991	-59121	40149	71499	83600	107025	-8077	25923	159923

Tableau 51. Position de la trésorerie par le modèle d'optimisation.

La figure 163 présente les différents indicateurs de performance résultant de l'ordonnancement proposé sur l'horizon de planification (12 jours).

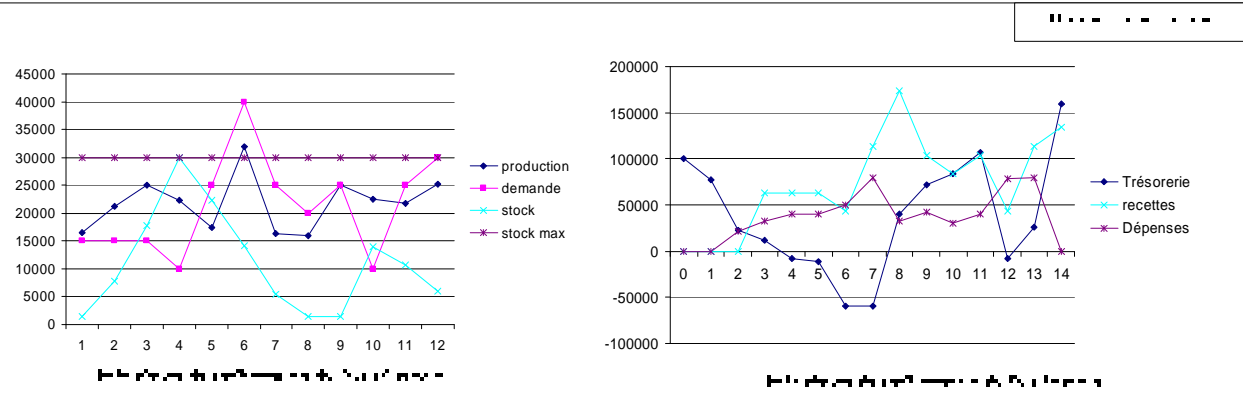


Figure 163. Indicateurs de performance issus de la mise en oeuvre du modèle mathématique.

L'analyse des résultats montre que :

- l'approche a permis de proposer un ordonnancement financier des activités au niveau de cette BU ;
- ce problème peut être résolu sur des instances de grande taille grâce à l'heuristique proposée.

Ce modèle permet à court terme, lorsque par exemple les contraintes de trésorerie sont importantes de piloter une usine en proposant un ordonnancement de la production qui tout en satisfaisant la demande permet de maximiser le niveau de trésorerie. Dans ce cas de figure, les deux filières, considérées comme des commandes différentes ont été priorisées de manière à sélectionner celle qui permettait de dégager le plus d'argent.

Actuellement les modèles de planification et d'ordonnancement ne sont que focalisés sur la satisfaction de la demande sous contrainte de minimisation des stocks et ne permettent pas de proposer des solutions globales couplant flux physique et flux financier.

Même si nous avons testé cette approche au niveau usine (et non au niveau Supply Chain), cette approche peut être généralisée à l'ensemble de la chaîne, en modélisant cette dernière sous la forme d'un processus unique ou en la considérant comme une Supply Chain interne.

3.6. Conclusion sur la mise en œuvre de l'environnement ASCI-SC sur une Supply Chain Industrielle

Nous avons testé les modèles issus des propositions sur le domaine sur une Supply Chain industrielle. Trois modèles d'action différents permettant d'apporter une aide à la décision intégrant flux physiques et flux financiers ont été mise en œuvre à partir d'une spécification bâtie sur un modèle de connaissance unique. Les trois modèles d'action correspondent à des horizons différents et à des niveaux de granularité différents :

- ♦ l'approche PREVA a apporté une aide à la décision au niveau tactique pour l'ensemble du réseau en montrant entre deux types de stratégies de gestion de la Supply Chain (Push / Pull) laquelle était la meilleure d'un point de vue création de cash flow ; cependant, la mise en place de la stratégie Pull nécessite une modification de la régulation du flux financier pour que l'ensemble des partenaires acceptent de la mettre en œuvre. Cette approche a permis de valider une approche pour améliorer le fonctionnement global de la Supply Chain de M.
- ♦ le deuxième modèle propose une approche optimisant le cash flow sur un horizon décisionnel tactique puis partage le cash flow en modifiant pour chaque période de l'horizon les prix entre les BU de la Supply Chain. Cette approche permet de rendre la collaboration acceptable pour tous dans le cas où un partenaire serait lésé.
- ♦ le troisième modèle permet de proposer des ordonnancements financiers au niveau microscopique pour un horizon opérationnel. Il est appliqué sur un atelier de la BU qui est le goulet de la Supply Chain. Cette approche permet d'améliorer de manière opérationnelle la rentabilité du site goulet.

Les différents modèles ont révélé leur pertinence décisionnelle sur des horizons tactiques (sélection d'une stratégie de gestion de la Supply Chain pour le modèle de simulation, partage de la valeur pour des plannings collaboratifs) et opérationnels (optimisation de la trésorerie en fonction du portefeuille de commandes). Ils ont répondu aux besoins décisionnels définis par le Supply Chain Manager de M et des études de faisabilité avec les équipes logistiques de M sont en cours pour l'implantation ciblée de notre approche.

L'approche proposée dans ces travaux conjuguée avec d'autres approches algorithmiques des problèmes logistiques de l'équipe MAD-LOG a débouché sur une collaboration avec le groupe PSA pour la mise en place (notamment) d'une suite logicielle de type ABS pour la fixation de leur prix de cession intragroupe et pour la négociation des prix avec leurs fournisseurs intégrés dans leur Supply Chain.

Nous présentons dans la section suivante les résultats de la mise en œuvre du processus de modélisation sur une Supply Chain Hospitalière dont l'objet est la production de services de soins.

4. Mise en œuvre du processus de modélisation sur la Supply Chain Hospitalière du Nouvel Hôpital Estaing

Depuis 2003, le CHU de Clermont-Ferrand a débuté un nouveau projet : le transfert complet des activités de l'Hôtel Dieu (HD), l'un des sites du CHU, sur un nouvel emplacement. Ce futur hôpital, appelé Nouvel Hôpital Estaing (NHE), constitue l'un des projets de reengineering des processus hospitaliers les plus importants en France. En conséquence, cette évolution, conjuguée avec la problématique de la tarification à l'activité, entraînera des effets sur l'organisation à plusieurs niveaux de la Supply Chain Hospitalière (SCH) du NHE. La SCH peut être définie comme un ensemble ouvert traversé par des flux humains, matériels, informationnels et financiers, composé d'entités variées autonomes (fournisseurs, services hospitaliers (urgence, bloc opératoire, pharmacie, cardiologie...) prestataires logistiques, prestataires médicaux...) qui utilisent des ressources restreintes (temps, matériel, capital, hommes...) et qui coordonnent leur action par un processus logistique intégré afin d'améliorer prioritairement leur performance collective (satisfaction du patient, optimisation globale du fonctionnement du système hospitalier) mais aussi à terme leur performance individuelle (maximisation du

profit d'une entité) (Féniès *et al.*, 2004). L'annexe 2 de ce document présente un état de l'art sur la prise en compte du flux financiers dans les outils d'aide à la décision pour la SCH.

L'objet de cette section est de montrer comment, en suivant la démarche méthodologique présentée aux chapitres 3 et 4, nous analysons la Supply Chain Hospitalière au niveau le plus détaillé (*i.e.* l'unité fonctionnelle) afin de déterminer les caractéristiques et attributs d'une unité générique de soins, applicable dans toutes les unités du NHE pour créer son outil d'aide à la décision. Nous comparons la structure de cette unité générique de soins avec le modèle conceptuel du domaine des SCH et montrons que cette unité de soins constitue une instance de ce dernier. Aussi, nous suivons les étapes du processus de modélisation présentées dans le chapitre 3 pour structurer cette section. Dans un premier paragraphe, nous présentons la problématique et l'enjeu pour la Supply Chain du NHE. Dans un deuxième paragraphe, nous détaillons le protocole retenu pour la phase d'analyse. Dans un troisième paragraphe, nous montrons que les résultats obtenus valident le modèle conceptuel de connaissance présenté au chapitre 4. Dans un quatrième point, nous présentons comment utiliser le modèle de connaissance obtenu pour construire des modèles d'actions reprenant l'approche PREVA. Enfin, nous concluons en montrant l'état d'avancement global du projet et ses conséquences pour l'orientation du comportement des acteurs.

4.1 Problématique et enjeux

Le contexte général de la Supply Chain du NHE et les choix stratégiques retenus par les acteurs hospitaliers sont présentés dans un premier temps. Face à ce chamboulement organisationnel pour les acteurs du NHE, l'Atelier de Modélisation du NHE, que nous décrivons dans un deuxième paragraphe, constitue une réponse originale et innovante au double problème d'aide à la décision et d'orientation des comportements des acteurs de la future SCH du NHE.

4.1.1. La Supply Chain du NHE

L'Hôtel Dieu (HD) fait partie des quatre principaux sites du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Clermont-Ferrand avec l'Hôpital Gabriel Montpied et le Centre Médico-Psychologique situés au sud du centre-ville, et l'Hôpital Nord localisé à Cébazat. Il est situé au cœur du centre-ville et sa capacité actuelle est de 530 lits. L'Hôtel Dieu, situé en centre ville, est le plus ancien des établissements du CHU. Cet aspect historique explique sa structure pavillonnaire, résultat de constructions s'échelonnant sur plusieurs siècles. La réflexion menée sur la restructuration générale du CHU de Clermont-Ferrand a conduit l'établissement à faire le choix d'un transfert complet des activités de l'HD sur un nouveau site : le site d'Estaing, impliquant la construction d'un nouveau bâtiment dénommé le Nouvel Hôpital Estaing (NHE). Les activités de l'HD et du NHE, en terme quantitatif, comporteront des écarts qui sont présentés dans le tableau 52.

Catégorie	HD	NHE
Surface	44 000	68 000
Nombre de lits	530	565
Nombre de services	13	13
Nombre de pôles	0	4
Nombre de blocs	19	22

Tableau 52. Données comparatives entre l'Hôtel Dieu et le Nouvel Hôpital d'Estaing.

D'après ces données, la surface et le nombre de lits augmentent mais la productivité, compte tenu du décroissement des unités de soins engendré par la nouvelle structure physique de l'hôpital, doit également s'accroître. Les changements apportés par la conception du NHE doivent également apporter une marge de manœuvre dans le management opérationnel de la future structure. Le NHE représentera aussi bien un hôpital neuf (moderne et agréable) que nouveau dans son organisation. De nombreux changements vont donc se faire : l'organisation des services en pôles, la logistique gérée en flux tendus, le traitement informatisé de toutes les données liées avec les différents processus hospitaliers, un nouveau plateau technique, des conditions de travail tournées vers les patients. Le NHE sera une infrastructure complète consacrée à la "femme", la mère et l'enfant, à une partie de l'activité médico-chirurgicale adulte et à l'hématologie clinique. Treize services de soins actuellement indépendants vont être regroupés sur le même site en 4 pôles. Les services de prestations logistiques vont être externalisés et coordonnés entre plusieurs autres hôpitaux clermontois. Plusieurs blocs opératoires actuellement indépendants seront regroupés dans un seul. L'objectif majeur de ces changements est le passage d'une structure cloisonnée à un système d'unités indépendantes inscrites dans un pôle avec des moyens communs, pour atteindre les mêmes objectifs centrés sur le patient. Aussi, la logistique du nouvel

ensemble permettra le décloisonnement de l'organisation hospitalière en rassemblant ses activités pour améliorer la satisfaction patient au moindre coût. La figure 164 présente la future Supply Chain du NHE. Cette Supply Chain, centrée sur le patient, dont les unités de soins sont organisées en pôles d'activité, reprendra une organisation proche de celle existant à l'hôpital Maisonneuve Rosemont (Montréal, Canada), (Luc et Rondeau, 2002). Le recentrage de l'ensemble des activités hospitalières pour les acteurs du NHE sur le patient, notamment par le regroupement par pôle constitue un enjeu managérial majeur. Une difficulté supplémentaire de ce reengineering des processus hospitaliers provient du déménagement physique de l'actuel hôpital avec une modification des politiques de régulation économique. Ainsi, l'ensemble des habitudes des acteurs hospitaliers du futur NHE est modifié : la structure physique est modifiée (déménagement), la structure managériale est modifiée (organisation par pôles), l'environnement financier est modifié en profondeur (tarification à l'activité).

Pour comprendre le fonctionnement de la nouvelle organisation, et l'évaluer suivant divers critères de performance (logistiques : risque de rupture de stocks, délais d'attente sur les prestation logistiques, temps de réaction face aux aléas ; patients : satisfaction du patient, délai d'attente ... ; financiers : intégration de la tarification à l'activité...), la méthodologie de modélisation et l'environnement associé sont mis en oeuvre dans le cadre de la structure de l'atelier de modélisation du CHU de Clermont-Ferrand. L'annexe 11 de ce document donne davantage de détails sur le futur NHE.

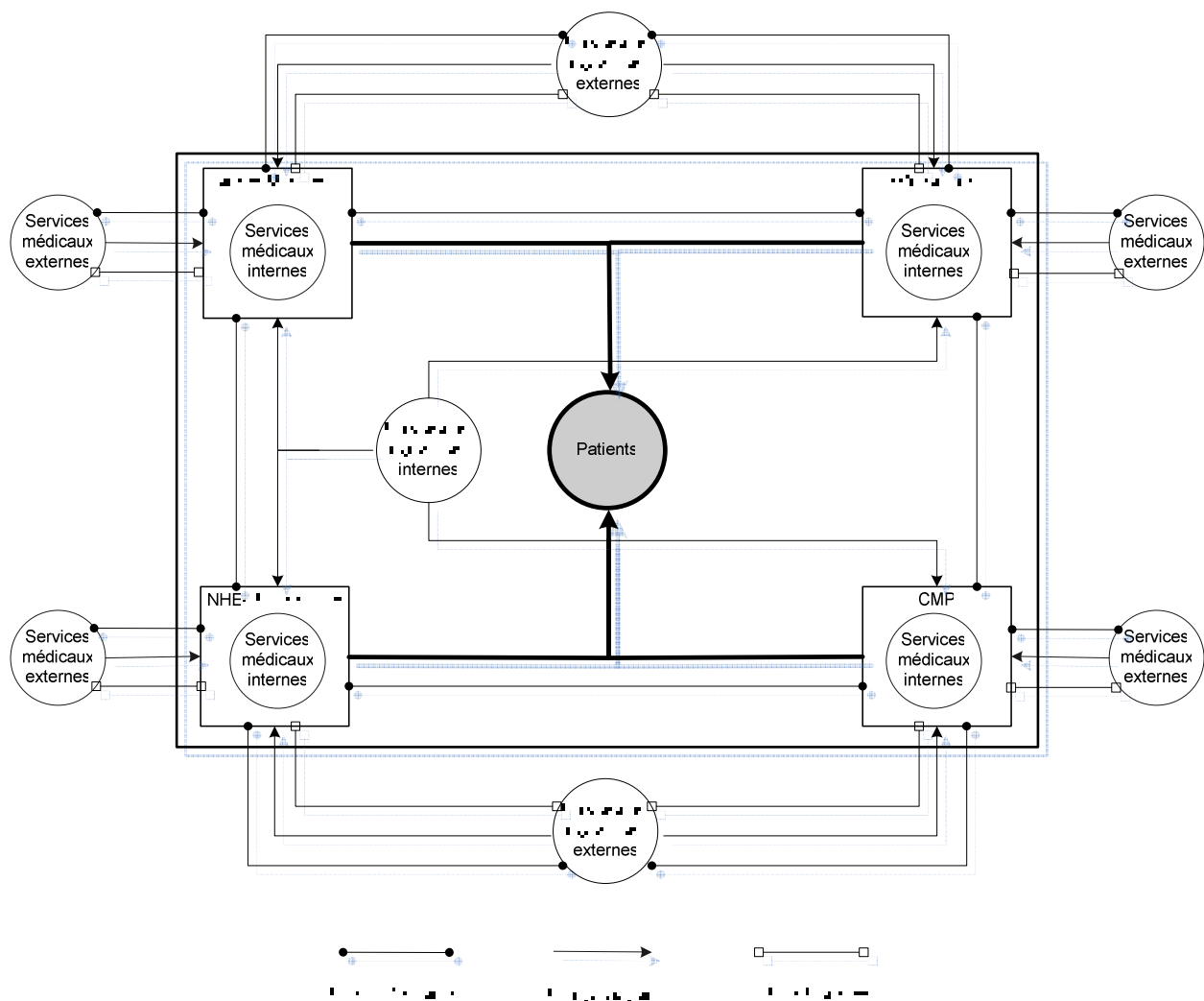


Figure 164. La Supply Chain Hospitalière du NHE.

4.1.2. L'atelier de modélisation : objectifs, moyens et compétences mis en place

La particularité et l'ambition de ce projet de modélisation des flux du futur hôpital sont d'analyser et de simuler l'ensemble des secteurs de l'hôpital. Cette approche complète devra mettre en place toutes les

interactions entre secteurs pour obtenir au delà des organisations spécifiques une régulation de l'ensemble des prestations liées au patient. Le NHE virtuel devient alors un outil formidable d'expérimentation de toutes les hypothèses d'organisations envisageables et cela, avant même sa mise en service réelle.

La conception des modèles et des simulations, devra permettre de faire de ces outils d'études des outils permanents d'aide à la décision. Chaque cadre responsable d'un secteur du NHE pourra, après mise en service de l'hôpital, adapter son organisation et ses moyens, à court ou moyen terme, à des variations prévisionnelles d'activité.

En parallèle, le projet de modélisation des flux du NHE constitue un outil de management du changement car il informe, sensibilise et implique les acteurs dans la conception de leur travail dans le futur hôpital.

Pour réaliser ce projet un partenariat à été signé entre le CHU et l'IUP Management et Gestion des Entreprises de l'Université d'Auvergne soutenu par l'équipe Modélisation et Aide à la Décision du LIMOS (Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes). L'équipe projet, composée de 17 personnes en 2005, est constituée de personnels hospitaliers, d'enseignants-chercheurs et d'étudiants d'origines diverses (logistique, management, informatique).

Le projet est abordé simultanément sous 3 facettes : la modélisation du NHE (intégrant les importantes modifications structurelles et organisationnelles), la recherche d'outils informatiques performants pour concevoir les simulations nécessaires et la réalisation d'un support de travail pour les échanges avec les hospitaliers (version 3 D des simulations, recueil de la connaissance) permettant la sensibilisation et l'implication des acteurs dans le nouvel hôpital.

La méthodologie de modélisation est utilisée par l'ensemble des équipes travaillant sur le projet. La figure 165 présente les différentes tâches du processus de modélisation du système NHE.

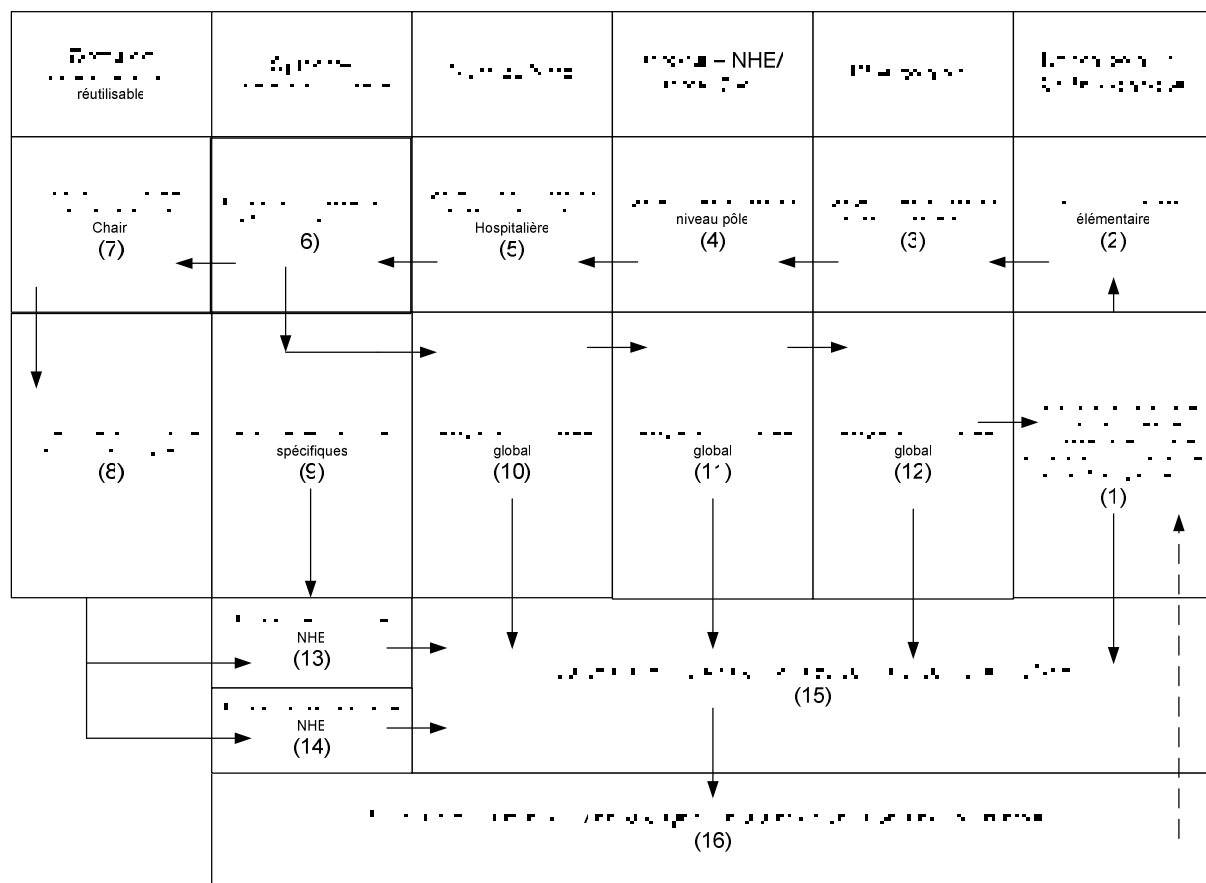


Figure 165. Les différentes étapes du processus de modélisation de la Supply Chain du NHE.

Pour concevoir un ABS pour le système d'information du Nouvel Hôpital d'Estaing, l'instanciation de la méthodologie de modélisation est déployée sur le domaine des SCH. La figure 165 montre l'enchaînement des tâches qui permettront de concevoir l'ABS du Nouvel Hôpital d'Estaing en utilisant les objets de recherche du domaine des Supply Chains. La complexité de ce projet de modélisation réside dans la constitution d'une suite logicielle globale pour une SCH qui n'existe pas encore (ouverture en 2009).

Les tâches numérotées de 1 à 6 sur la figure 165 correspondent aux phases d'analyse et de spécification du processus de modélisation d'un système du domaine tandis que les tâches numérotées de 9 à 16 correspondent aux phases de conception et d'implantation des modèles d'action et des modèles de résultats. Les phases 7 et 8

correspondent à la validation des modèles conceptuels proposés dans l'environnement de modélisation ASCI-SC. La dernière tâche 16 correspond à une nouvelle itération du processus de modélisation si les managers du projet la jugent nécessaire. Deux projets de modélisation et de simulation des flux sont lancés en simultanés (figure 166) pour permettre dans un premier temps la constitution de deux ABS distincts pour le flux patients et pour le flux logistique. A terme, les développements réalisés dans les 2 études seront regroupés pour permettre la constitution d'un ensemble de modèles globaux et locaux pour la prise de décision pour le futur Hôpital.

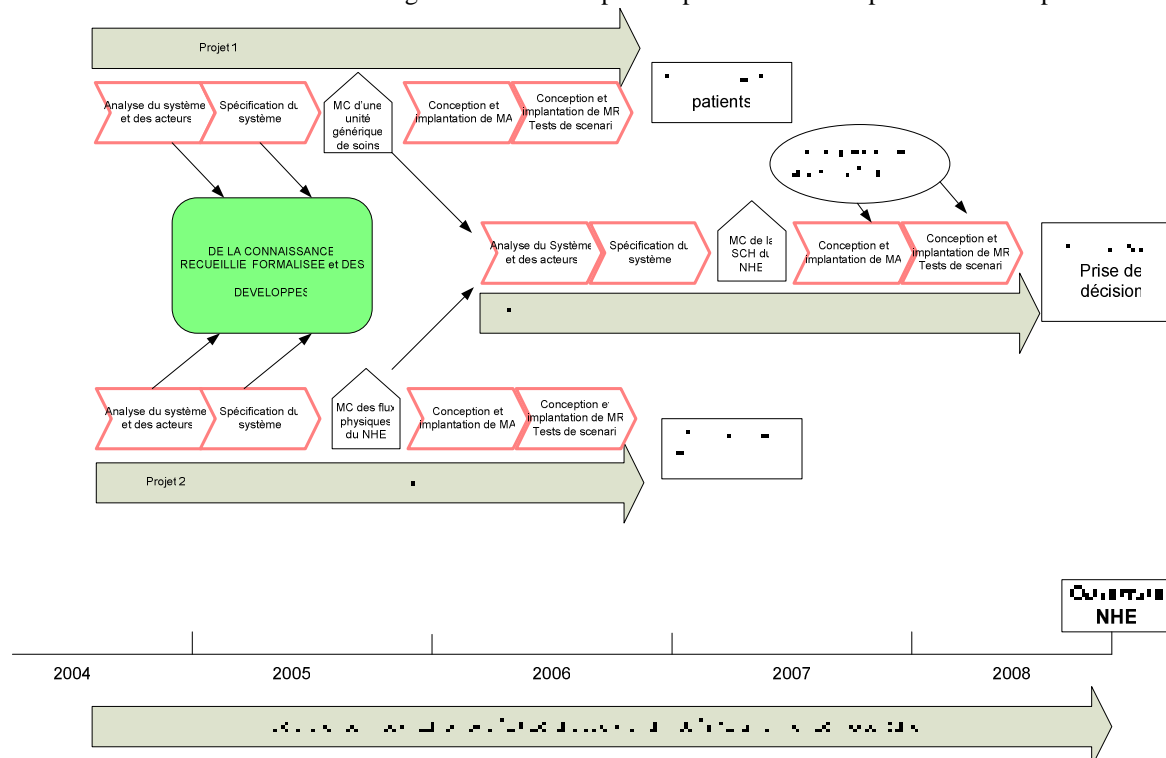


Figure 166. Le déroulement du projet de modélisation des flux du NHE - Planning prévisionnel.

4.2. La phase d'analyse

L'analyse a comme principal objectif de comprendre et modéliser les processus de la SCH et les fonctions des acteurs hospitaliers au niveau le plus détaillé.

Recueillir l'information sur le fonctionnement actuel est une nécessité pour concevoir le futur fonctionnement des unités de soins (figure 167). A cet effet, un protocole de recherche a été constitué de trois études qualitatives menées successivement :

- ◆ A l'aide d'entretiens qualitatifs individuels semi-directifs (56 entretiens) avec l'ensemble des chefs de services de l'actuel Hôtel Dieu et des cadres de santé, une première étude a permis de positionner et de déterminer les processus traversant l'unité de soins dans la SCH. Les résultats du positionnement de l'unité de soins dans la SCH de l'actuel hôpital ont déjà été validés par le personnel médical et par les acteurs participant aux processus hospitaliers (Chauvet *et al.*, 2005). Un premier modèle de connaissance global des processus de l'actuel Hôtel Dieu a ainsi pu être construit. L'annexe 12 présente un exemple de questionnaire réalisé pour cette étude.
- ◆ A l'aide d'entretiens qualitatifs individuels (20) et d'un entretien de groupe, une étude a permis de déterminer l'ensemble des flux logistiques traversant la SCH du NHE et de positionner ces derniers par rapport aux unités de soins.
- ◆ A l'aide d'entretiens de groupe avec les acteurs du futur pôle digestif, une troisième étude (Féniès et Tchernev, 2005), a permis de faire émerger le modèle de connaissance de l'unité générique de soins du futur NHE. Le modèle de connaissance global de l'actuel Hôtel Dieu est repris, et les acteurs hospitaliers le font évoluer vers la nouvelle structure pendant les entretiens de groupe. L'annexe 13 présente le déroulement de cette étude.

L'objectif de la dernière étude énoncée est d'ouvrir la boîte noire "unité de soins" et de croiser les processus hospitaliers au niveau de détail le plus fin avec les fonctions des acteurs de l'unité de soins. Cette collecte de

données s'inscrit par rapport aux trois sous-systèmes du modèle de connaissance d'un système complexe décrit dans la méthodologie de modélisation (figure 167).

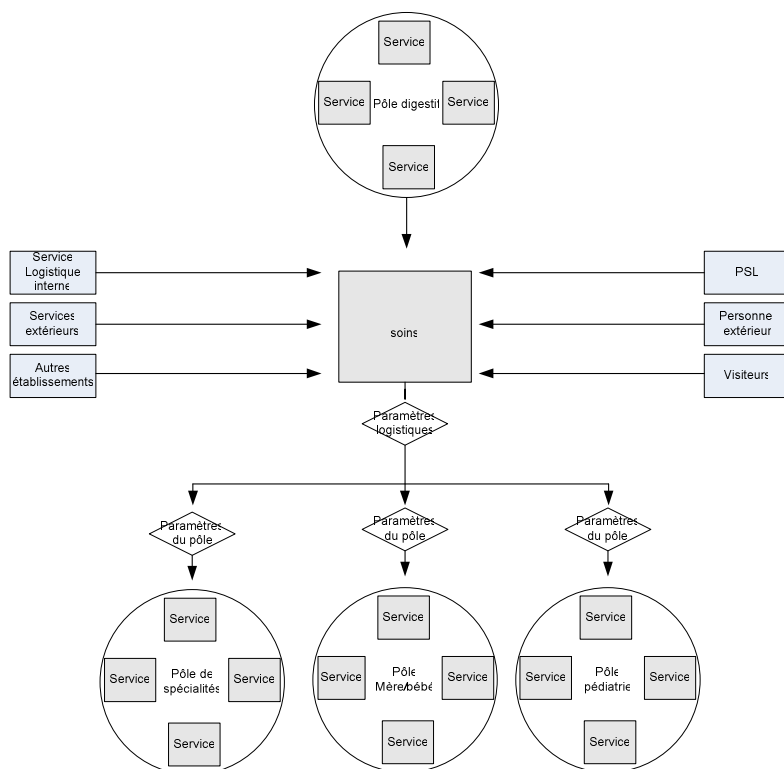


Figure 167. L'intérêt d'une unité de soins.

4.3. Spécification des modèles de connaissance

A partir des informations collectées par les trois recueils de connaissance présentés dans le paragraphe précédent, un modèle de connaissance global des structures actuelles et futures a pu être constitué. La structure du modèle de connaissance des systèmes actuels et futurs a été ordonnée en 8 niveaux descriptifs afin de concevoir le modèle de connaissance (figure 168) : (i) relations générales, (ii) matrices interservices, (iii) relations des services, (iv) mouvements des services, (v) organigramme des services, (vi) processus, (vii) parcours des patients, (viii) fonctions des acteurs.

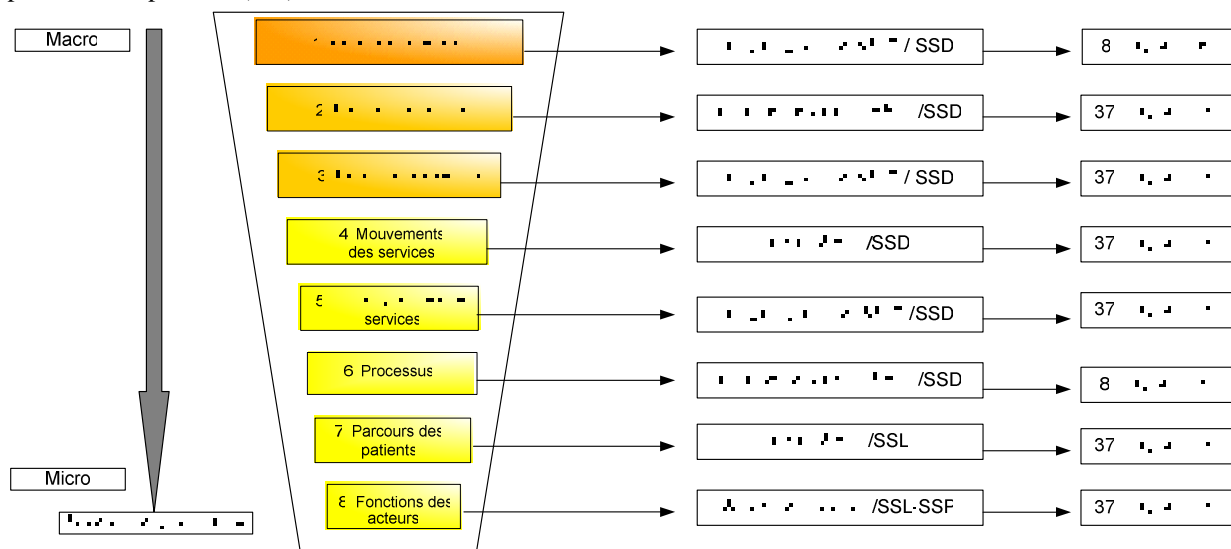


Figure 168. Organisation des 8 niveaux descriptifs - Modèle général des processus du NHE.

Ces huit niveaux ont été obtenus lors de la première étude de l'ensemble de la structure hospitalière sur l'actuel Hôtel-Dieu, et ont été validés par l'analyse des entretiens sur l'unité générique de soins, ainsi que par les analyses menées sur les flux logistiques. A l'aide de ces 8 niveaux définis par l'analyse du système réel Hôtel-Dieu, nous présentons un extrait du modèle de connaissance du futur pôle digestif qui n'existe pas à ce jour. Nous formalisons ainsi une "cartographie" de l'organisation à venir pour ce pôle dans le Nouvel Hôpital d'Estaing.

Les plans d'architectes constituent le sous-système physique de la future structure, et l'objectif du modèle de connaissance est de structurer l'ensemble des processus de l'actuel Hôtel Dieu dans une logique par pôles pour le NHE.

Le nouveau pôle digestif se composera des services de chirurgie-hépatologie-gastrologie-entérologie, d'oncologie et d'endoscopie. Les flux et les relations entre une unité de soins du pôle digestif et 5 grandes familles d'entités ont été identifiées : (i) les services logistiques, (ii) les services fonctionnels, (iii) les acteurs externes, (iv) les autres unités de soins, (v) le service central. Les services logistiques comprennent tous les services qui apportent à une unité de soins les ressources nécessaires à son fonctionnement (exemple : lingerie, brancardage, pharmacie). Les services fonctionnels sont tous les services médicaux qui apportent à une unité de soins les moyens nécessaires à son fonctionnement (exemple : imagerie). Ces services fonctionnels sont utilisés en commun par tous les services. Les acteurs externes représentent toutes les structures ou personnes extérieures à la SCH (exemple : hôpitaux périphériques, médecin de ville...). Le service central est une unité organisationnelle qui regroupe des services ou des personnes internes à l'hôpital pouvant intervenir dans tous les services de la SCH (exemple : kinésithérapeute, psychologue). L'unité de soins est ainsi un système ouvert sur l'extérieur qui interagit avec des entités prestataires de services logistiques externes ou internes, fonctionnels ou médicaux. La figure 169 présente l'organisation décisionnelle de la structure du pôle, tandis que la figure 170 donne une formalisation (faisant suite au recueil de la connaissance) des relations de l'unité de soins "deuxième service de Chirurgie Hépatologie Gastrologie Entérologie" dans une organisation du futur hôpital imaginée en pôle et en BU.

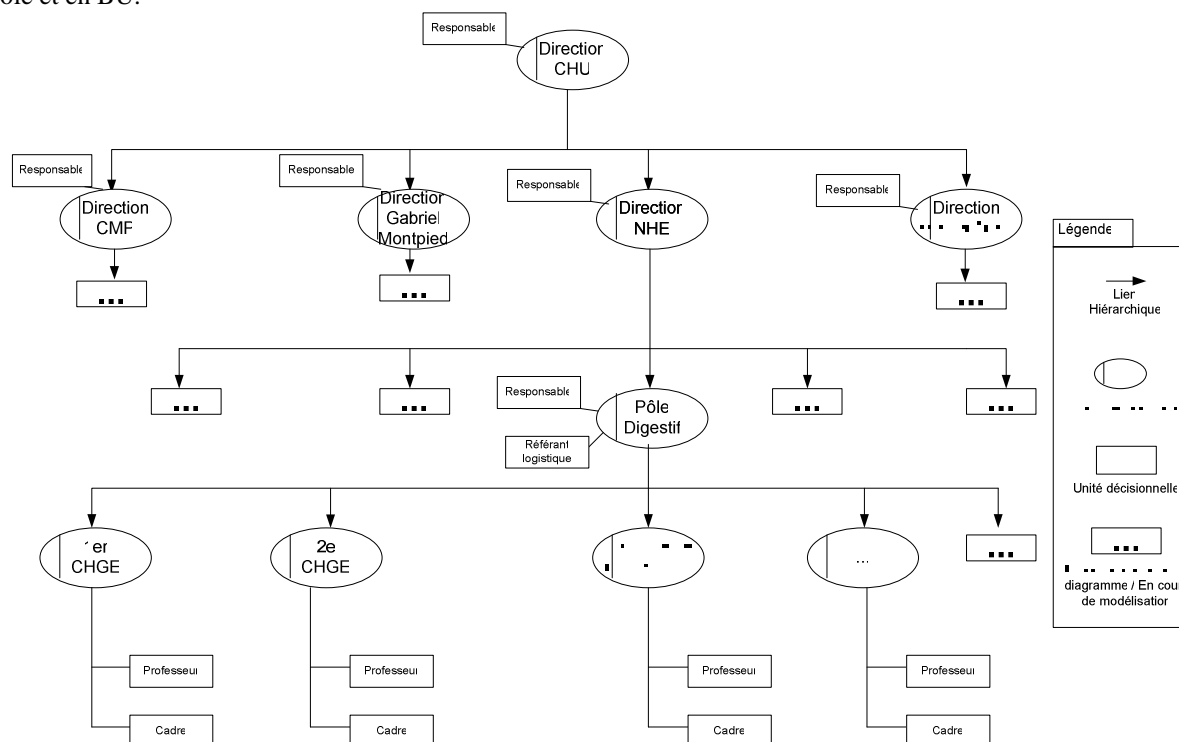


Figure 169. Mouvements des services de l'unité de soins 2ème CHGE (Chirurgie Hépatologie - Gastrologie - Entérologie) dans le futur hôpital.

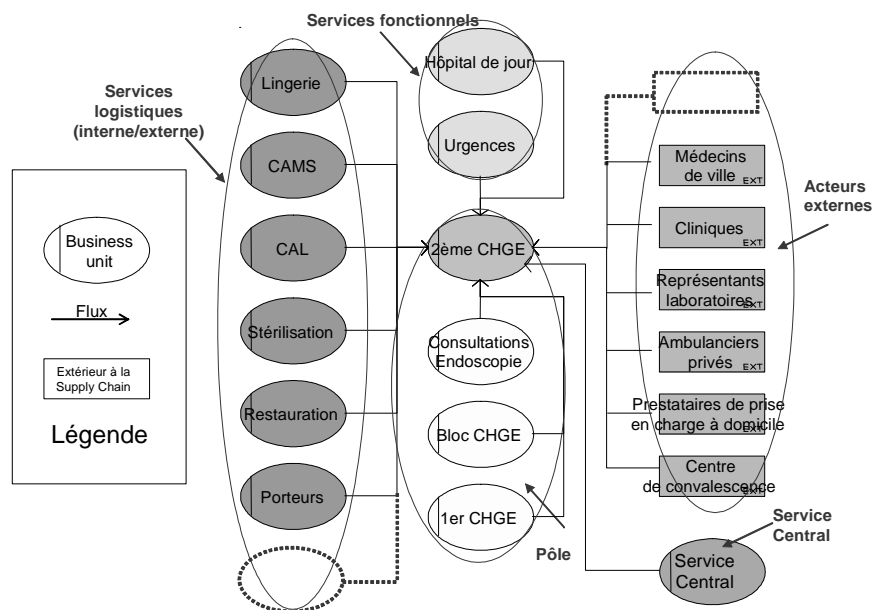


Figure 170. Mouvements des services de l'unité de soins 2ème CHGE (Chirurgie Hépatologie - Gastrologie - Entérologie) dans le futur hôpital.

Le parcours des patients est plus ou moins long suivant la simplicité ou la complexité des soins. Plusieurs processus sont possibles pour un même service étant donné qu'un service peut comporter plusieurs processus patients différents (exemple : hospitalisation de jour et hospitalisation de semaine). La figure 171 présente l'un des parcours possible d'un patient admis dans un service de consultation ambulatoire du futur pôle digestif.

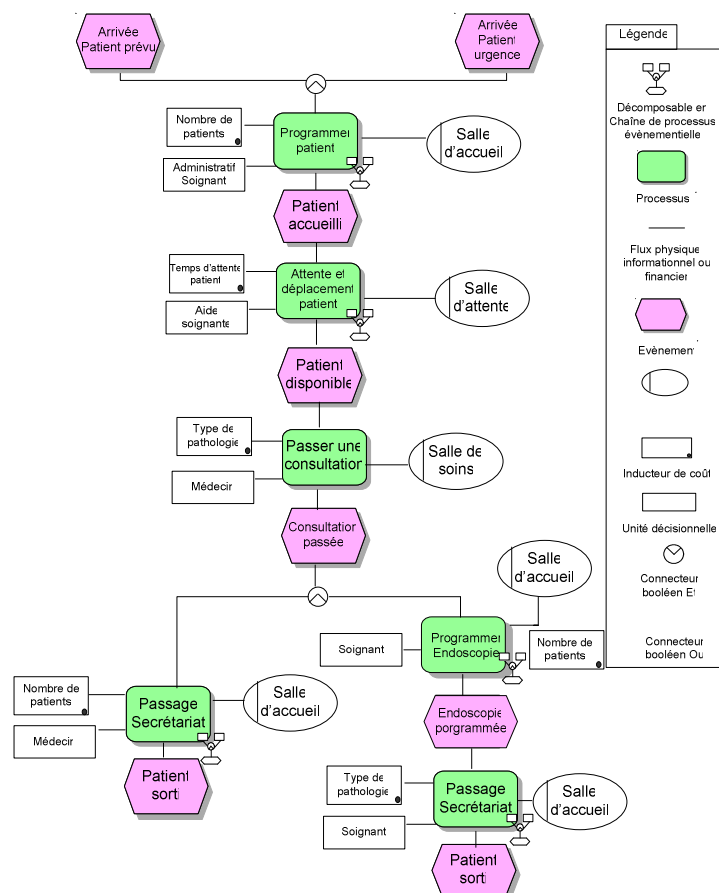


Figure 171. Exemple de parcours patient dans une unité de consultation endoscopique du pôle digestif du NHE.

Les différentes activités de l'approche microscopique ont été modélisées à l'aide des arbres de fonctions (ARIS Tool set). Ces arbres de fonctions représentent des activités élémentaires qu'il n'y a pas lieu de décomposer plus avant pour répondre aux besoins de la gestion des processus du NHE. En effet, la finesse du modèle, et de l'information recueillie, permet de décomposer l'activité journalière du personnel soignant quart d'heure par quart d'heure.

L'utilisation conjuguée du recueil de la connaissance du NHE avec les modèles conceptuels développés dans les chapitres 3 et 4 nous permet de distinguer trois grandes familles de flux traversant l'unité de soins de la Supply Chain Hospitalière : le flux principal ou flux maître (flux patients), le flux d'information qui englobe tout type de flux fournissant des renseignements sur les entités circulant dans le système, et le flux financier. Les flux qui sollicitent les services d'une unité de soins visent à satisfaire principalement le patient. Le flux qui vise à satisfaire les patients s'appelle flux principal, ou flux maître, tandis que le flux financier est la contrepartie des services et produits apportés au patient. Le besoin du patient induit de nombreux flux et entraîne ainsi la consommation de deux autres catégories de flux : le flux de matières, qui correspond à l'ensemble des matières et produits nécessaires à la satisfaction du client, et le flux de prestations, qui correspond à l'ensemble de la valeur ajoutée apportée par les successions de services rendus au patient. L'implantation du flux financier comme une contrepartie monétaire partielle du flux physique permet d'avoir une vision globale et intégrée de l'unité de soins dans la Supply Chain Hospitalière. Pour pouvoir contrôler ces flux, il est essentiel de les décrire. Le réseau de circulation des flux est le support de tous les mouvements possibles. Nous considérons que le sous-système physique comprend les unités créatrices de valeur (unité de soins) pour le patient, tandis que le sous-système décisionnel comprend les centres de décision et les unités managériales qui sont constitués des réseaux financiers et informationnels (figure 172).

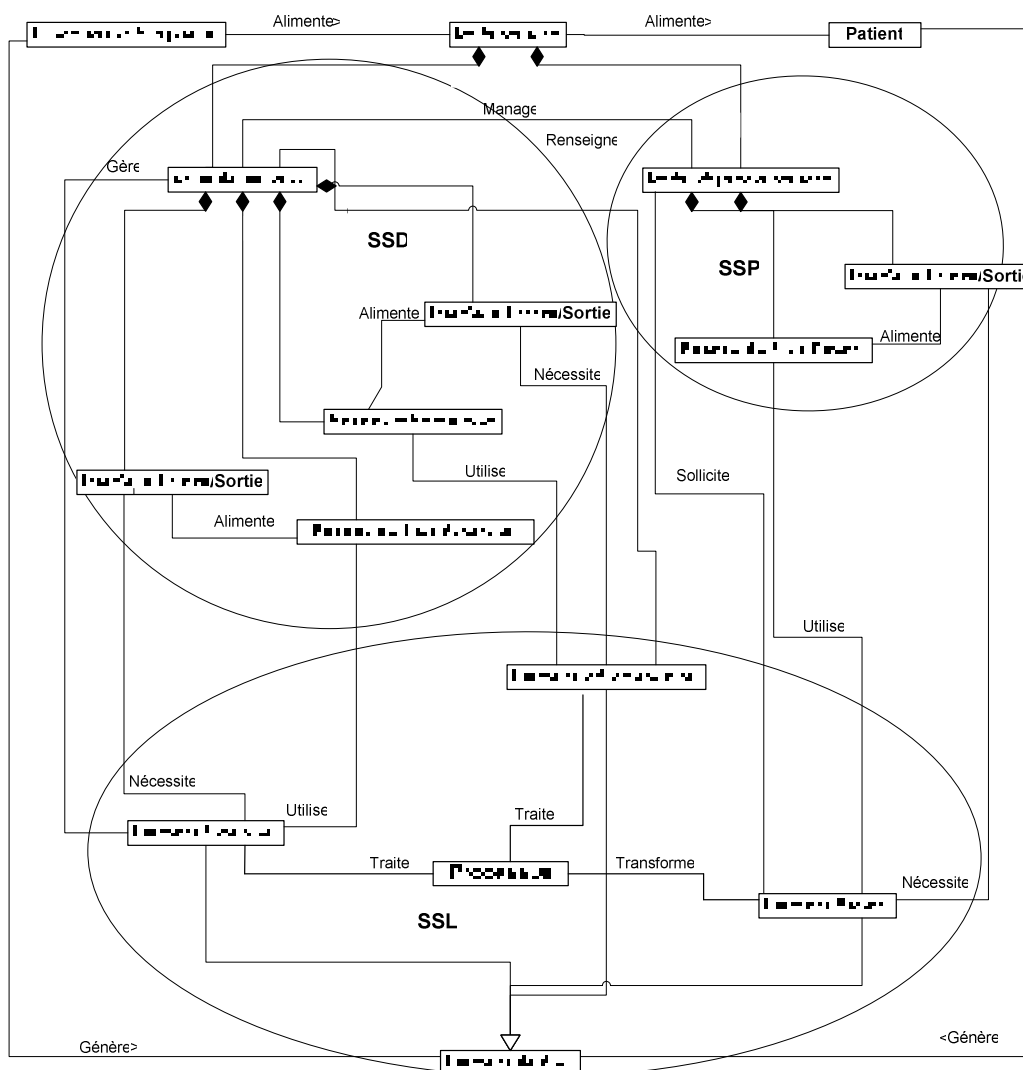


Figure 172. Expression de communications entre les 3 sous-systèmes par le biais d'associations d'une unité de soins de la Supply Chain Hospitalière.

Les associations de la figure 172 permettent d'identifier les interactions entre les différentes entités appartenant à la Supply Chain Hospitalière. Le SSD assure une cohérence globale de la dynamique de la Supply Chain Hospitalière et peut modifier l'évolution du SSP et déterminer le routage des flux du SSL en fonction de l'état du système et de l'activité du flux patients. Le modèle global d'une unité de soins dans la Supply Chain hospitalière présenté dans la figure 172 caractérise les liens entre les trois sous-systèmes et présente à la fois une vision opérationnelle et une vision fonctionnelle telles que présentées dans le modèle de connaissance générique du domaine. Le modèle de l'unité générique de soins dans sa *Supply Chain* constitue donc une instance du modèle conceptuel proposé dans le chapitre précédent.

Le paragraphe suivant permet de présenter les phases de conception et d'implantation de modèles d'action et de modèles de résultats pour le NHE.

4.4. Conception et Implantation de modèles d'action et de modèles de résultats

Compte tenu de la durée du projet, et de la confidentialité des informations manipulées, nous ne sommes pas en mesure de présenter, en l'état actuel des recherches menées, l'intégralité des modèles développés validés par les utilisateurs. Aussi, dans un premier paragraphe nous présentons le principe de fonctionnement de l'ABS du NHE, tandis que dans un deuxième paragraphe nous montrons un exemple simple d'utilisation sur une unité de consultation ambulatoire.

4.4.1. Passage des modèles de connaissance du NHE aux modèles d'action et de résultats

L'évaluation de la performance du parcours patient (par exemple pour le processus opératoire, figure 173), du fonctionnement d'une unité de soins, d'un pôle, ou de la Supply Chain sera réalisée à l'aide de la valorisation de chacune des activités constituant le processus par le renseignement de chaque attribut de coût et de temps constituant une activité. Comme le montre la figure 173, la multiplication du coût par unité de temps de chacune des activités, par exemple dans le processus per-opératoire, par le temps passé sur le patient, donne le coût de cette activité. La somme des coûts de chaque activité donne le coût global du processus analysé. Pour connaître le coût global d'une intervention, il convient d'ajouter à ces éléments les coûts directs (médicaments, matériels) qui sont utilisés spécifiquement. De plus, l'utilisation de l'approche PREVA permet de traduire chaque élément du flux physique en élément financier : on peut donc ainsi lier flux physique et flux financier pour chaque CPE constituant le parcours patient comme pour l'ensemble des CPE.

Grâce à l'ABS, chaque scénario de gestion des flux logistiques comme patients pourra ainsi être évalué d'un point de vue satisfaction "patient", d'un point de vue faisabilité logistique, mais aussi d'un point de vue financier. La force de l'approche permettra d'évaluer des scénarii globaux (niveau macroscopique) comme des scénarii locaux (sur une unité de soins).

L'objectif décisionnel de l'ABS n'est pas uniquement financier. L'ABS du NHE doit également intégrer les problématiques traditionnelles logistiques. Aussi, l'implantation d'un tableau de bord décisionnel sous forme de tableau de bord prospectif dont les indicateurs ont été sélectionnés d'après l'approche SCOPE doit permettre une prise de décision équilibrée sur l'ensemble des flux de la SCH, par exemple pour le processus opératoire (Féniès *et al.*, 2004).

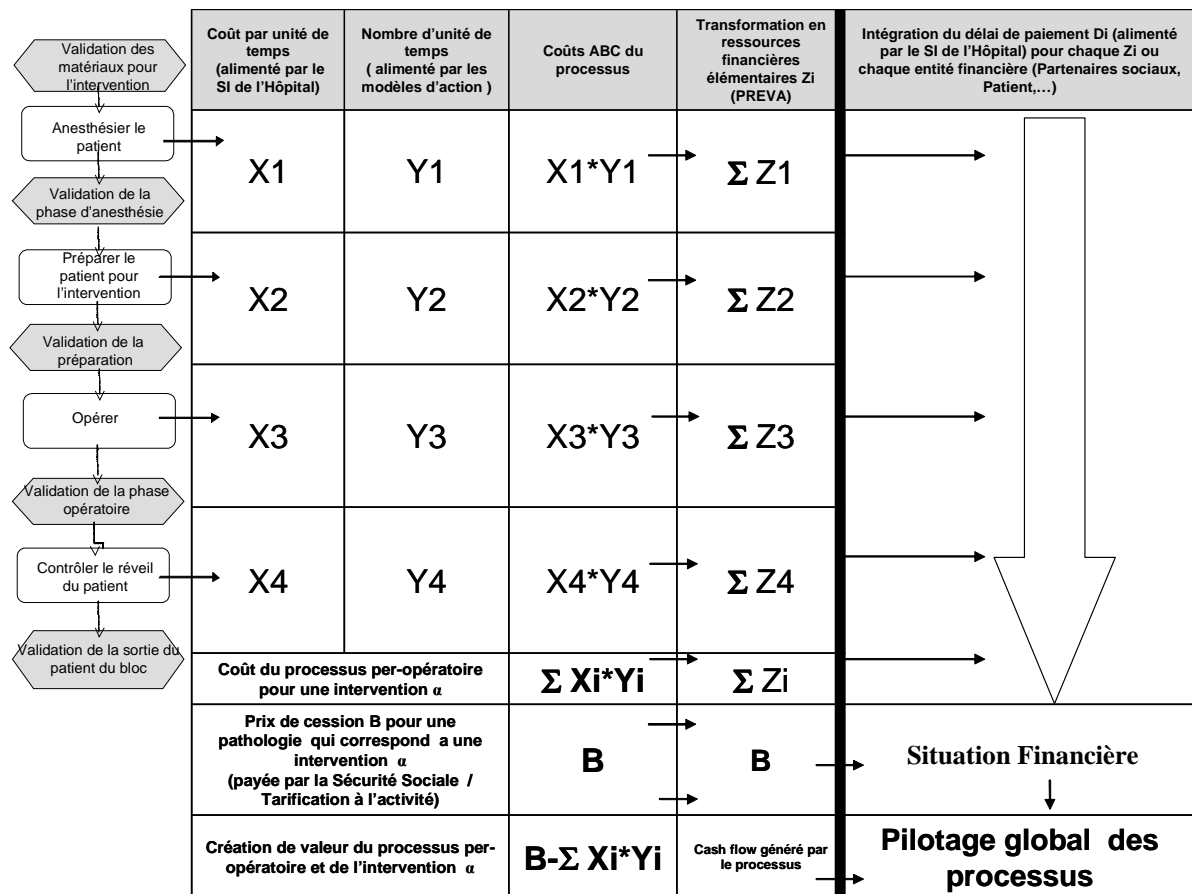


Figure 173. Parcours patients et évaluation financière de l'activité.

4.4.2. Exemple d'utilisation sur une unité de consultation ambulatoire

Le modèle d'évaluation générique (PREVA) présenté précédemment a été appliqué à une unité de consultation ambulatoire (UCA), (Comelli *et al.*, 2006, c). Une UCA est une unité de soins où les patients sont traités au cours d'une journée et repartent ensuite à leur domicile (par exemple unité de consultation dermatologique ...). Ces unités sont très souvent saturées et ne peuvent pas traiter toute la charge qui leur est adressée. L'objectif de notre étude est donc d'évaluer selon des critères physiques et financiers diverses règles de priorité des patients dans le contexte de mécanisme de régulation des systèmes de santé proches de la tarification à l'activité française (T2A). Pour cela, nous mettons en œuvre le chaînage de modèles présenté dans l'approche PREVA. Dans un premier paragraphe, nous présentons succinctement le passage du modèle de connaissance au modèle d'action d'étude, tandis que dans un deuxième paragraphe nous donnons les résultats issus du chaînage de modèles sous forme de tableau de bord.

4.4.2.1. Passage du modèle de connaissance au modèle d'action de l'UCA

Le recueil de connaissance réalisé dans la première phase nous révèle que la spécificité d'une UCA réside dans le traitement des priorités des patients. En effet, la gestion des priorités est la suivante : un carnet de rendez-vous est élaboré pour chaque journée. Ce dernier est élaboré en supposant un temps de traitement du patient moyen sans tenir compte de sa pathologie et de sa gravité. Par ailleurs, certains patients provenant d'autres services doivent être également traités. Il est alors possible que certains patients prévus ne soient pas soignés au cours d'une journée. Les pathologies diffèrent selon leur gravité, leur consommation de ressources médicales et leur rémunération. Les objectifs des UCA étant multiples (taux de traitement,...) le choix d'une règle de gestion de priorité de traitements des patients est alors complexe. Nous supposons ainsi que le flux physique ici est constitué par le flux patient. La figure 174 présente ainsi une CPE du traitement patient dans une UCA. Un modèle de simulation sous SIMAN V Arena de ce système a été développé afin d'évaluer dans un contexte stochastique la meilleure règle de priorité de gestion des patients.

Notre simulation est non déterministe et terminante. Nous considérons six familles de pathologies P1 à P6. L'arrivée des patients suit une loi exponentielle de moyenne 15 mm. La répartition des pathologies et le temps de

traitement des pathologies par les ressources médicales sont donnés par le tableau 53. Le temps de traitement d'une pathologie suit une loi Normale dont les critères sont donnés dans le tableau 53.

Le critère de gravité d'une pathologie ne correspond pas à un critère d'urgence médicale. Les données financières sont des données pro format et sont construites à partir d'un système de régulation de type T2A.

Nous évaluons les cinq règles (heuristiques) de priorité suivantes :

- ◆ H1 : Premier patient arrivé, premier patient traité (Règle actuelle) ;
- ◆ H2 : Critère de gravité le plus grand (à critère de gravité équivalent, premier entré, premier sorti) ;
- ◆ H3 : Critère T2A le plus grand (à critère de gravité équivalent, critère financier le plus intéressant) ;
- ◆ H4 : Temps de traitement estimé en moyenne le plus court (à critère de temps équivalent, premier entré, premier sorti) ;
- ◆ H5 : Temps de traitement estimé en moyenne le plus long (à critère de temps équivalent, premier entré, premier sorti).

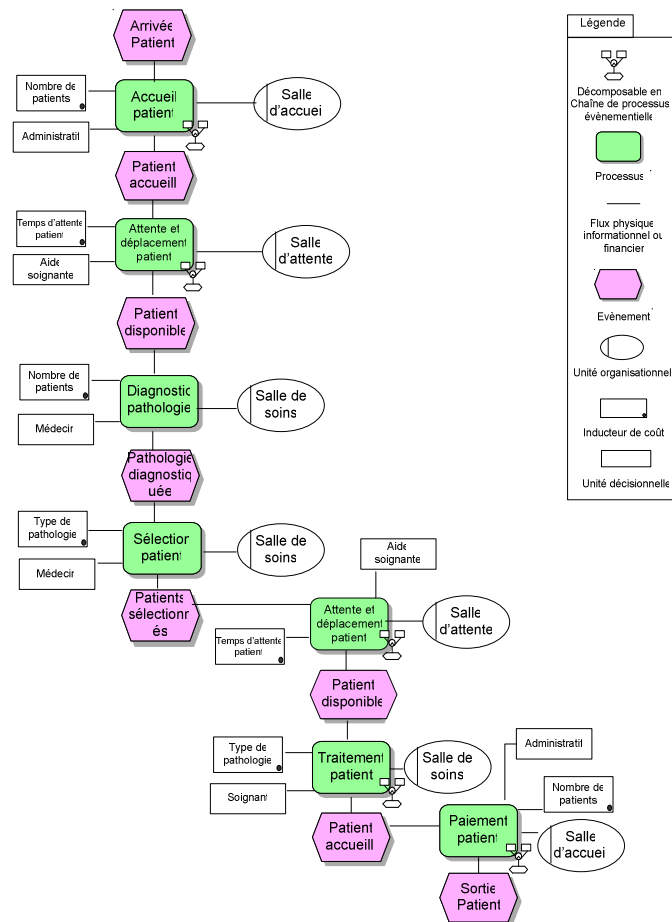


Figure 174. CPE du traitement patients dans l'UCA.

Dans le cas d'une sélection portant sur deux pathologies ayant un même critère identique, la règle FIFO est appliquée. Le cadre expérimental développé par (Orën et Zeigler, 1979) permet de spécifier notre étude :

Variables observées :

- ◆ le nombre moyen annuel de patients traités par pathologie ;
- ◆ le taux annuel de satisfaction patients ;
- ◆ le taux annuel d'occupation de ressources médicales.

Variables d'entrée :

- ◆ règles de priorité.

Conditions Initiales :

- ◆ les ressources de l'UCA sont libres et les salles d'attente sont vides au début de chaque journée simulée.

Terminaison de la simulation :

- ◆ la simulation d'une journée se termine au temps de simulation (elle commence à 8 heures et se termine à 18 heures).

Collecte des résultats :

- ◆ une réplication est constituée de 365 jours consécutifs sans remise à zéro des "lois".
- ◆ 30 réplications de 365 jours sont effectuées pour déterminer la valeur moyenne de chaque variable observable.

Les variables observables du processus de traitement des patients de l'unité de consultation ambulatoire de soins sont ensuite utilisées par le module décisionnel issu de PREVA.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Loi de répartition	Saisonnalité des pathologies, mais en moyenne annuelle 1/6 La simulation tient compte de la saisonnalité					
Traitement	N(14,2)	N(15,5)	N(21,5)	N(25,5)	N(15,5)	N(20,2)
Gravité (de la moins grave à la plus grave)	1	2	3	3	2	2
Tarif de remboursement d'une pathologie	20	17	22	30	15	25
Marge par pathologie	10.62	8.75	6.5	7.98	8.8	8.37

Tableau 53. Données initiales.

Le tableau 54 présente une synthèse de l'approche utilisée pour la modélisation et la simulation des résultats.

	Modèle d'action du flux patients	Modèle d'action du flux financier
Type	Simulation ARENA V	Instance du modèle analytique présenté dans l'annexe 6.
Niveau de granularité	Microscopique	Microscopique (unité de flux)
Modèle de connaissance utilisé	CPE (figure 174) du traitement patients	CPE (figure 174) du traitement patients
Patient	Agrégé sous forme de lot	Évalué à l'unité
Inducteur	A l'unité	A l'unité
Maille temporelle	la journée	la semaine / le mois

Tableau 54. Caractéristiques du chaînage issu de PREVA.

4.4.2.2. Tableaux de bord décisionnels

Au terme de la simulation, le nombre annuel de patients traités par pathologie, le nombre de patients non traités par pathologie, ainsi que le taux d'utilisation des ressources médicales constituent alors les données d'entrées du modèle décisionnel détaillé en partie 3. Nous obtenons alors les résultats suivants, qui sont donnés pour chaque règle de gestion dans les tableaux de bord la figure 175.

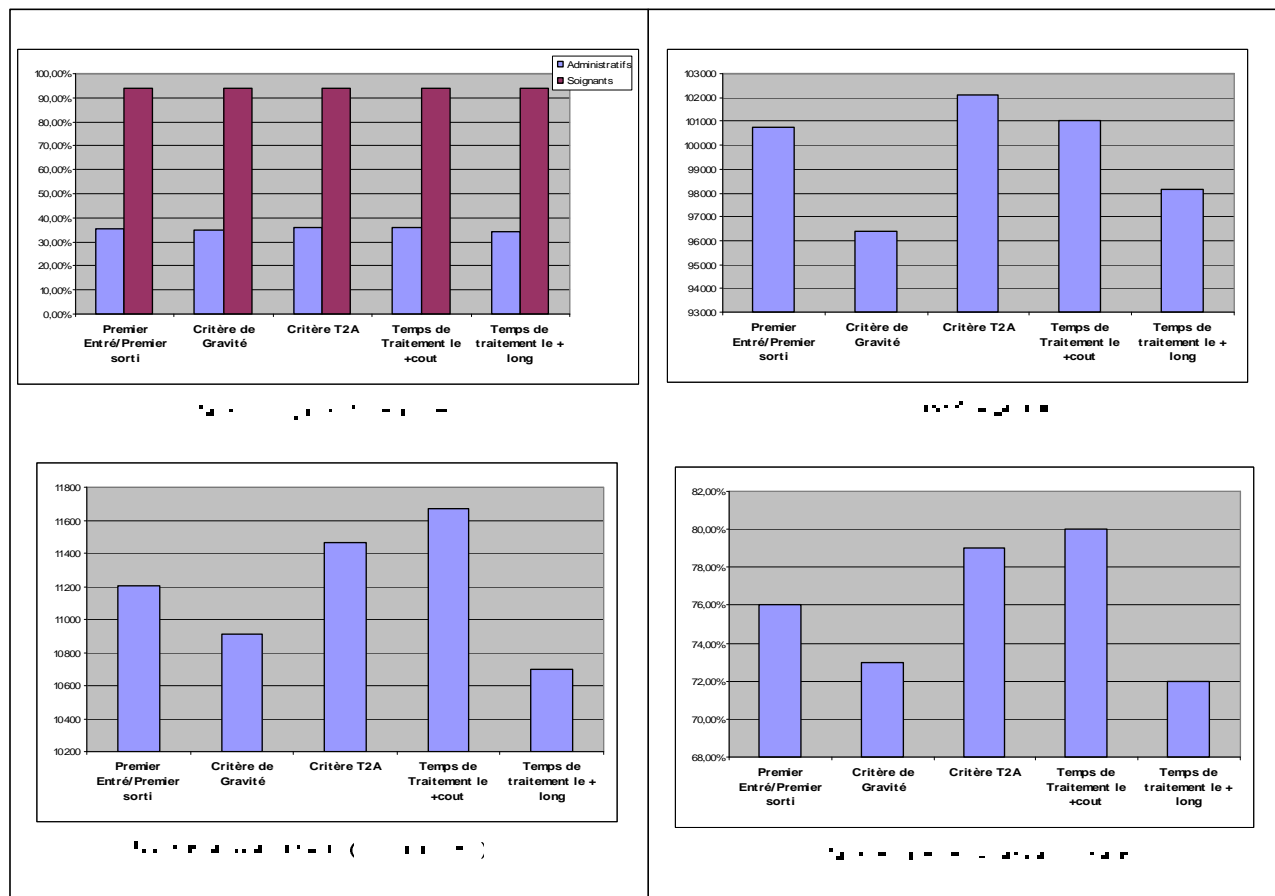


Figure 175. Tableaux de Bord pour la sélection d'une règle de gestion pour le flux patient pour une UCA.

L'analyse des résultats (tableau 55) permet de conclure dans un premier temps à la sensibilité des indicateurs de performance par rapport aux diverses règles de gestion de priorité de traitement mais aussi de sélectionner les meilleures règles pour le système analysé.

Règle de gestion	H2	H3	H4	H5
Nombre de patients	sol < H1	sol > H1	Meilleure règle	sol < H1
Satisfaction Patients	sol < H1	sol > H1	Meilleure règle	sol < H1
Utilisation ressources	id H1	id H1	id H1	id H1
Création de Valeur	sol < H1	Meilleure règle	sol > H1	sol < H1
Cash flow généré	sol < H1	Meilleure règle	sol > H1	sol < H1
Sélection	éliminée	les règles H3 et H4 sont meilleures que H1		éliminée

Tableau 55. Sélection des règles de gestion.

L'analyse des résultats montre que :

- L'approche décisionnelle apporte ainsi des critères de sélection qui permettent, pour une qualité de "satisfaction patient" équivalente ou supérieure de dégager des règles de gestion plus avantageuses sur le plan financier que la règle H1 (premier entré / premier sorti).

- Nous présentons ici la traduction des modélisations de prise de décisions sur l'organisation des activités de sélection du flux physique. La force de notre approche est de montrer la pertinence de scénarii organisationnels différents de ceux actuellement mis en place. Une organisation différente peut permettre d'améliorer la satisfaction patient tout en diminuant les coûts de fonctionnement de l'UCA.

- Si les résultats présentés valident l'approche décisionnelle, les différentes règles de gestion et leur ordre ne sont pertinents que par rapport à l'unité de consultation ambulatoire traitée.

Cette étude locale présente l'intérêt que peut présenter un ABS déployé sur l'ensemble d'une SCH. Elle a été reprise dans le cadre d'une collaboration avec la société Axège pour le déploiement d'un ABS centré simulation des processus financiers pour le Centre Hospitalier Université du Vaudois à Lausanne.

4.5. Conclusion sur le processus de modélisation de la Supply Chain du NHE

Au fur et à mesure du déploiement du processus de modélisation, les acteurs hospitaliers se sont impliqués dans la modélisation. Le processus de modélisation (notamment dans les phases de recueil de la connaissance) est devenu un outil utilisé par la direction de l'actuel Hôtel-Dieu pour préparer le changement, tout en orientant les comportements des acteurs vers le NHE. Un des aspects important pour l'orientation des comportements est de permettre une visualisation 3 D des résultats obtenus (figure 176) à l'aide des modèles 2D et retranscrits dans divers états de résultats (tableaux de bord). La visualisation 3D permet de convaincre les soignants de la faisabilité de telle ou telle solution, surtout lorsqu'ils ont été impliqués dans sa modélisation

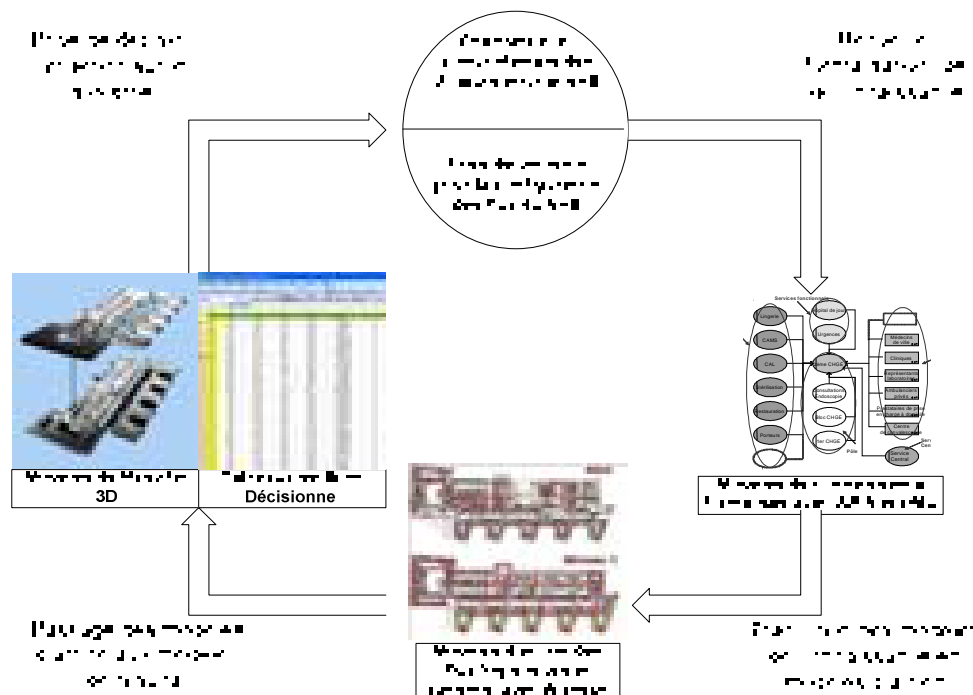


Figure 176. Le processus de modélisation du NHE : une même approche pour l'aide à la décision et le management du changement.

Le résultat du processus de modélisation ainsi constitué est double :

- l'outil d'aide à la décision est légitimé et accepté (car réalisé avec les soignants et pour les soignants) ;

- le changement d'organisation est accepté.

Dès lors, nous proposons une double lecture des résultats obtenus : une partie vers l'aide à la décision (objectif du projet) et une autre qui montre de manière contextuelle comment le processus de modélisation issu de ASCI a été utilisé également comme vecteur du changement.

Nous reprenons le chantier actuel du processus de modélisation pour les flux patients dans le tableau 56, et le chantier actuel du processus de modélisation pour les flux "l'organisation logistique" dans le tableau 57. Le détail de la mise en œuvre du processus de modélisation pour l'organisation logistique du NHE est donné dans l'annexe 14. Nous montrons les résultats obtenus aussi bien pour le management du changement que pour l'aide à la décision de la SCH du NHE.

Etat d'avancement	Etape du processus de modélisation	Outils et Méthodes	Aide à la décision	Orientation des comportements
Fait	Analyse du système et des acteurs	58 entretiens qualitatifs auprès des chefs de services et cadres de santé +16 entretiens de groupe successifs auprès du personnel hospitalier de plusieurs unités de soins différentes du futur pôle digestif. Méthode de travail participative "Equipe/Personnel"	Recueillir l'information sur les processus de l'actuel Hôtel Dieu pour comprendre son fonctionnement ; prendre en compte très précisément l'état actuel du système d'origine pour construire le système cible. Imaginer des hypothèses de travail pour l'organisation en pôle	Maintenir la projection du personnel dans le fonctionnement futur entamé par le travail des plans. Reengineering des processus centré sur le travail dans les futurs pôles pour dégager la culture de pôle et l'envie de travailler à plusieurs.
Fait	Spécification du comportement du système	Formalisation de la connaissance recueillie avec ARIS et UML	Constitution du modèle de connaissance global des flux de l'Hôtel Dieu orienté NHE et du modèle conceptuel d'une unité générique de soins	Validation de l'organisation à venir auprès du personnel
En cours	Conception et implantation de modèle d'action	Simulation de l'activité du personnel centrée patient avec Witness	Constitution d'une brique logicielle paramétrable et instanciable pour chaque unité de soins de chaque pôle.	
En cours	Conception et Implantation de modèle de résultat	Constitution de tableaux de bords et d'animation 3 D Echanges avec les acteurs	Tests de différents scénarii organisationnels (modification de la charge de soins, épidémie massive, tarification à l'activité...)	Les aspects 3 D ludiques convainquent les acteurs, les amènent à suggérer des améliorations organisationnelles
A faire	Prise de décision et action sur le système	Echanges avec les acteurs	Validation de l'outil d'aide à la décision Utilisation de ce dernier pour la planification des activités de soins	Acceptation du changement Acceptation de l'outil d'aide à la décision. Utilisation de ce dernier pour la fixation d'objectifs managériaux

Tableau 56. Instance du processus de modélisation pour la constitution d'outils d'aide à la décision pour l'organisation des pôles de soins.

Etat d'avancement	Etape du processus de modélisation	Outils et Méthodes	Aide à la décision	Orientation des comportements
Fait	Analyse du système et des acteurs	20 Entretiens semi directifs et 1 Entretien de groupe ; Méthode de travail participative « Equipe/Personnel »	Recueil de la connaissance et quantification de l'activité logistique du futur hôpital	Impliquer les acteurs logistiques
Fait	Spécification du comportement du système	Formalisation de la connaissance recueillie avec ARIS et UML	Constitution d'un modèle de connaissance des flux logistiques du NHE à partir des entretiens et du modèle générique des SCH	Validation de l'organisation à venir auprès du personnel logistique
Fait	Conception et Implantation de modèle d'action	Modèle de Simulation Witness couplé avec Mantra 4D	Modèle générique pour les destinations intégrant le routage des items et leur inventaire	
En cours	Conception et Implantation de modèle de résultat	Constitution de tableaux de bords et d'animation 3D avec Mantra 4D ; « Animation de la trace » ; Echanges avec les acteurs	Tests de différents scénarii organisationnels (Simuler une traçabilité RFID, Simuler un fonctionnement global en plein /vide...) (Aleksy <i>et al.</i> , 2006)	Les aspects 3 D ludiques convainquent les acteurs, les amènent à suggérer des améliorations organisationnelles ; la légitimité de l'atelier (scientifiques « neutres ») doit convaincre de la performance d'une logistique dans laquelle les soignants n'interviennent pas
En cours	Prise de décision et action sur le système	Echanges avec les acteurs	Validation de l'outil d'aide à la décision. Utilisation de ce dernier pour la planification des activités logistiques	Acceptation du changement (réfèrent logistique par pôle, concentration de l'activité des soignants sur les soins). Acceptation de l'outil d'aide à la décision. Utilisation de ce dernier pour la fixation d'objectifs managériaux

Tableau 57. Instance du processus de modélisation pour la constitution de l'outil d'aide à la décision pour l'organisation logistique du NHE.

Dans cette section, nous avons présenté une vue d'ensemble du déroulement du processus de modélisation du NHE pour la conception de son ABS. Nous avons présenté l'état de l'implantation de l'environnement ASCI-SC au NHE. Le déploiement sur le terrain du processus de modélisation dans un contexte de reconfiguration des processus et de management du changement permet d'envisager un enrichissement de la méthodologie de modélisation en lui greffant une couche "orientation du comportement des acteurs". De manière contextuelle, l'utilisation du processus de modélisation de la méthodologie pour la gestion du changement constitue une externalité imprévue au projet de modélisation du NHE. La construction d'une vue "orientation du comportement des acteurs" telle que montrée dans la figure 176 n'était absolument pas prévue au démarrage du projet de conception de l'ABS du NHE.

5. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a présenté la mise en œuvre de la méthodologie ASCI-SC et de l'environnement associé sur deux Supply Chains aux contenus et aux caractéristiques différentes. La figure 177 rappelle de manière synthétique les apports de ce chapitre.

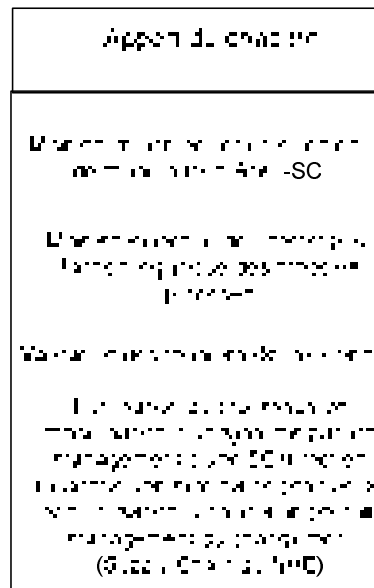


Figure 177. Synthèse des apports du Chapitre.

La mise en œuvre sur une Supply Chain industrielle externe a permis de montrer la pertinence décisionnelle des modèles proposés sur plusieurs niveaux de granularité et d'horizon temporels différents. Nous nous sommes ainsi intéressés à la configuration opérationnelle et tactique des flux d'une Supply Chain industrielle. L'environnement de modélisation ASCI-SC est ainsi validé d'un point de vue aide à la décision. La mise en œuvre de l'environnement de modélisation sur cette Supply Chain a fait apparaître plusieurs points qu'il convient de rappeler :

- ♦ L'approche de modélisation a permis l'implantation de modèles d'action différents (modèles mathématiques / modèles de simulation) répondant à des problématiques logistiques de planification. Le recours à l'approche par les flux financiers montre que l'évaluation financière de proposée apporte une plus value dans l'aide à la décision logistique car elle donne un critère discriminant pour la sélection des stratégies de gestion de la Supply Chain de M. Les différents modèles ont ainsi pu être testés et validés d'un point de vue technique comme d'un point de vue décisionnel.
- ♦ La démarche proposée amorce un mécanisme de régulation de l'activité pour les acteurs de la Supply Chain permettant un partage de la valeur issue des démarches collaboratives. Cependant, son application suppose une position de force d'un partenaire dans une Supply Chain externe. L'application des modèles collaboratifs dans une Supply Chain interne pour la fixation des prix de cession entre filiales peut être un moyen de lutter contre le mécanisme de facturation interne qui crée des intérêts opposés, et des négociations sans fin entre managers (Gertsner, 2002).

La mise en œuvre de l'environnement ASCI-SC sur la Supply Chain Hospitalière du NHE a permis de valider la démarche de modélisation dans son ensemble, ainsi que de manière ponctuelle la pertinence des modèles proposés (cas d'une unité de consultation ambulatoire). La pertinence des modèles décisionnels proposés sera confirmée ou infirmée avec l'horizon du projet de constitution de l'ABS du NHE. De plus, la mise en œuvre du processus de modélisation sur la Supply Chain du NHE ouvre d'autres perspectives de collaboration avec les disciplines issues des Sciences Humaines et Sociales. En effet, concevoir une méthodologie permettant à la fois modélisation et simulation pour la reconfiguration des processus tout en se servant du processus de modélisation pour conduire le changement ne peut se faire qu'en utilisant des concepts, des savoirs et des techniques "métissées".

Conclusion Générale

Les travaux présentés dans ce manuscrit s'inscrivent dans le domaine pluriel du Supply Chain Management et visent à concevoir une suite logicielle intégrant les flux financiers dans l'aide à la décision. L'analyse de la littérature sur l'aide à la décision pour le SCM nous a montré que les contenus des modèles de la Recherche Opérationnelle ne correspondaient que très partiellement aux problèmes formalisés par les auteurs du Supply Chain Costing. Dès lors, nous avons cherché à améliorer les modèles existants et à proposer une méthodologie pour faciliter leur intégration.

Les développements habituels des productions scientifiques réalisées dans l'équipe MAD-LOG du LIMOS concernent des problèmes et de domaines qui présentent une double complexité (complexité algorithmique et complexité systémique (Barnichon, 1990 ; Gourgand et Kellert, 1991). L'expérience acquise pendant ce travail de recherche montre que le champ de recherche en contexte SCM ajoute un troisième niveau de complexité que nous nommons "complexité transdisciplinaire". En effet, produire des objets de recherche dans plusieurs domaines scientifiques conduit à aborder la complexité sous une forme plurielle, et demande un effort particulier pour transcrire problèmes, problématiques et productions scientifiques de manière à les rendre acceptables et valides dans chacun des domaines scientifiques sur lesquels s'appuie le SCM.

Nous avons essayé d'étendre le découplage des fonctions et des métiers que propose le SCM au monde de la recherche académique. Ce découplage, pour reprendre un terme fréquemment usité dans la recherche en Sciences de Gestion, a été mené de manière exploratoire. Nous avons toujours essayé de concilier les différentes approches des disciplines scientifiques sur lesquelles s'appuie le SCM. Dans cet esprit, nous avons cherché à construire un composant méthodologique qui soit une passerelle entre plusieurs domaines scientifiques et applicables sur plusieurs champs d'expérimentations dans le cadre d'organisations complexes. Nous avons instancié ce composant méthodologique pour produire une méthodologie de modélisation dont l'objet est de permettre l'évaluation des processus organisationnels. Cette méthodologie est construite à partir d'un existant validé, qui est développé et enrichi depuis de nombreuses années au LIMOS par l'équipe MAD-LOG. Les aspects transdisciplinaires que nous avons essayé d'apporter au composant méthodologique ASCI nous ont permis de concevoir l'environnement logiciel de modélisation ASCI-SC pour le domaine des Supply Chain. Ces aspects nous ont aussi permis de proposer une méthode et les modèles associés, que nous nommons PREVA (pour PROcess EVALuation) qui modélise et explique la formation de la valeur financière en fonction des flux physique du processus logistique dans une Supply Chain, ou pour tout système contenu dans cette dernière. Le couplage de PREVA avec des modèles de simulation, ou son utilisation pour concevoir des modèles d'optimisation permet d'obtenir des modèles qui évaluent ou optimisent le processus logistique de la Supply Chain sur plusieurs horizons décisionnels et plusieurs niveaux de modélisation.

L'environnement logiciel de modélisation proposé permet de concevoir, lorsqu'il est instancié sur un système (une Supply Chain, ou un système contenu dans la Supply Chain) une suite logicielle qui budgète tout en planifiant, ou qui planifie tout en budgétant. Nous appelons ABS pour Advanced Budgeting and Scheduling le type de suites logicielles d'aide à la décision que l'environnement de modélisation ASCI-SC permet de concevoir. Ces suites logicielles constituent une double évolution dans les suites décisionnelles pour le SCM :

- ♦ la première évolution concerne la prise en compte du flux financier, (cela ne veut pas dire que l'on oublie le flux physique) avec une intégration de modèles qui optimisent ou évaluent le cash flow en expliquant leur formation. La structuration de l'information issue des modèles d'action de l'ABS se fait sous forme de tableaux de bord prospectifs (axes d'efficience et d'efficacité des flux physiques et financiers de la Supply Chain). Les états de résultats peuvent également être structurés sous une forme comptable plus classique (profits, coûts...)
- ♦ la deuxième évolution concerne la volonté d'intégrer de manière générale la simulation à événement discret dans les suites décisionnelles logicielles pour le SCM ; cette intégration peut se faire sous la forme de couplage avec des modèles d'optimisation, ou au contraire être envisagée comme seul moteur d'évaluation des performances de la Supply Chain.

Nous avons validé globalement l'approche proposée sur deux Supply Chains, l'une industrielle, l'autre hospitalière, comme le montre la figure 178.

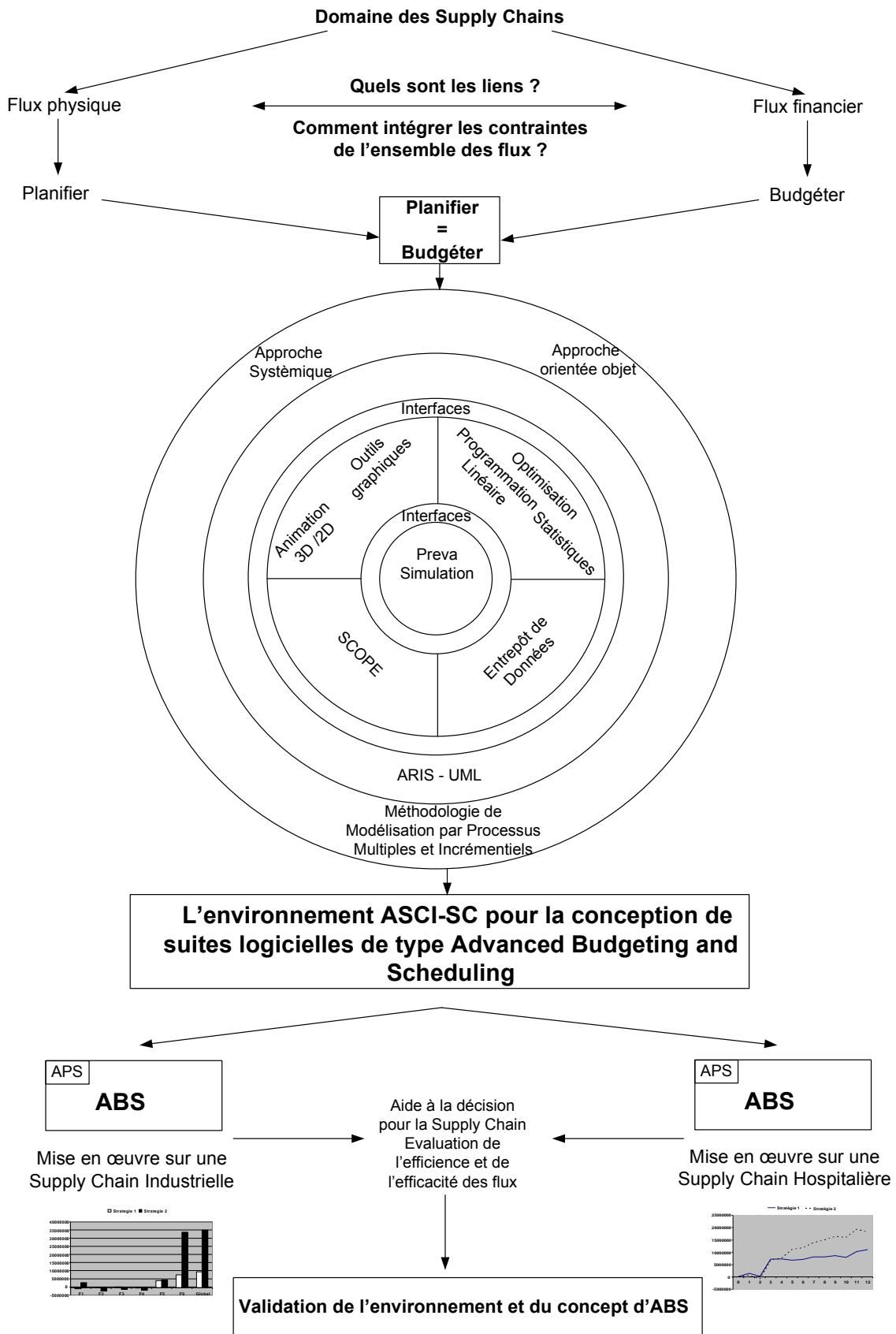


Figure 178. Démarche pour le passage des APS aux ABS pour le Supply Chain Management.

De nombreux travaux en Sciences de Gestion distinguent les implications managériales (éléments de recherche applicables à l'entreprise) des implications théoriques. A la fin du chapitre 2, nous avons présenté les limites des approches existantes et proposé des pistes de recherche. Tout en montrant l'état d'avancement des travaux menés, nous analysons successivement les implications managériales puis les apports théoriques résultant de nos différentes propositions. Nous concluons en présentant nos perspectives.

Implications managériales

L'environnement logiciel de modélisation ASCI-SC et le concept d'ABS constituent notre apport principal d'un point de vue managérial. Nous distinguons les implications managériales pour la Supply Chain interne d'une part puis pour la Supply Chain externe d'autre part.

Implications pour la Supply Chain interne :

- ◆ l'ABS permet d'évaluer différents scénarii logistiques (modifications des règles de gestion, planning opérationnels, tactiques, ou stratégiques...).
- ◆ l'ABS permet d'expliquer la formation des coûts logistiques par l'approche ABC contenu et explique également la formation de la valeur financière dans chacune des Business Unit que contient la Supply Chain Interne, ou pour chacun des items de cette dernière.
- ◆ la suite logicielle peut être utilisée pour fixer "arbitrairement" les prix de cessions entre les entités, prix de cession qui peuvent être sources de dysfonctionnement dans les grands groupes (les managers passant plus de temps à négocier les prix entre les entités de la firme qu'à négocier avec leurs fournisseurs (Bouquin, 2004)).
- ◆ la mise en place d'une suite de type ABS nécessite au préalable une étude de Business Process Management (BPM) pour formaliser les processus de la Supply Chain. Le recueil de la connaissance ainsi que la formalisation des processus peuvent être réutilisés pour d'autres actions que celles de constitution de l'ABS (management de la qualité, normalisation ISO, mise en place d'un ERP, reconfiguration des processus, ou management du changement comme le montre l'expérience du NHE).

Implications pour la Supply Chain externe :

- ◆ Il est évident que les implications sur une Supply Chain externe sont comparables à celles que nous venons d'énumérer à condition que les acteurs acceptent de partager plus d'informations. L'utilisation de l'ABS pour partager la valeur financière résultant de la collaboration dans le cadre d'une Supply Chain est possible, mais reste concrètement à organiser. L'usage de cette application peut sans doute montrer comment la collaboration permet de générer des externalités positives et convaincre les acteurs de la nécessité de collaborer.
- ◆ Il est plus difficile d'envisager toutes les implications résultant de la mise en œuvre de notre environnement de modélisation en contexte collaboratif de Supply Chain Externe. Qui possèdera l'information provenant de l'ABS ? Qui contrôlera l'application ? La firme pivot ? Comment utilisera-t-elle ce genre d'outils ? Nous n'avons pas la capacité d'imagination pour concevoir l'usage de l'environnement proposé, et c'est sans doute lorsqu'il sera implanté et enrichi chemin faisant que d'autres usages que ceux de l'aide à la décision et du partage de la valeur financière entre les acteurs de la Supply Chain Externe issus des plannings collaboratifs seront formulés.

Le tableau 58 reprend successivement les besoins constatés à la suite de l'état de l'art et analyse les différentes couches de l'environnement logiciel relativement à leurs implications.

Besoins constatés à la suite de l'état de l'art	Couche de l'environnement répondant au besoin	Apport managérial
Formaliser concrètement la manière opérationnelle de recueillir la connaissance sur les processus d'une Supply Chain.	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	La méthodologie de modélisation, notamment par le processus de modélisation d'un système explique comment recueillir la connaissance sur un système, et permet d'améliorer la productivité des phases de recueil et donne une trame aux experts en modélisation. Cet aspect a été validé dans le cadre du projet de modélisation des flux de la Supply Chain du Nouvel Hôpital d'Estaing (Chauvet <i>et al.</i> , 2005) .
Expliquer comment utiliser d'un point de vue approche objet et d'un point de vue approche métier les méthodes et outils pour la spécification. Concevoir une méthode permettant de recueillir et de spécifier les flux de la Supply Chain relativement aux utilisations multiples qu'il peut être fait d'un modèle de connaissance.	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	La méthodologie de modélisation permet de concilier les points de vue des informaticiens et les points de vue des managers et des logisticiens en proposant une vue orientée flux d'information et une vue orientée métier. Cette productivité dans la formalisation du modèle de connaissance permet d'envisager un usage multiple d'un modèle de connaissance unique, puisque ce dernier peut être utilisé à la fois pour concevoir le système d'information, les modèles de coûts associés et le système d'aide à la décision. (Chabrol <i>et al.</i> , 2006,a, b) .
Prendre en compte dans la méthodologie les aspects et positionnements des Sciences de Gestion pour enrichir la production des concepts, outils et méthodes.	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	En conciliant les points de vue des gestionnaires et des informaticiens, la méthodologie de modélisation, utilisée dans le cadre du projet de modélisation des flux du NHE a permis de conduire ce projet à la fois comme un projet d'aide à la décision mais également comme un projet de management du changement. Cette externalité issue du processus de modélisation d'un système n'était absolument pas prévisible et ouvre un champ d'application pour la méthodologie insoupçonné initialement (Aleksy <i>et al.</i> , 2006).
Le couplage BPM/ Modèles d'évaluation n'est pas explicité correctement dans la littérature ou dans les logiciels associé : il faut donc concevoir une méthode qui explique comment formaliser les processus pour bien les évaluer à l'aide des modèles du Supply Chain Costing.	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels + approche PREVA	La méthodologie de modélisation explique comment recueillir et formaliser la connaissance à l'aide des méta modèles génériques. Cette spécification des processus permet ensuite d'expliquer, à l'aide des modèles issus de PREVA, la formation de la valeur financière (exprimée sous forme de Cash Flow) à l'aide d'une approche causale. Le manager d'une Supply Chain, comme le manager d'un système de la Supply Chain peut expliquer comment un prévisionnel d'activité va générer de la valeur financière pour un horizon décisionnel donné (Féniès et Gourgand, 2005). L'approche est validée sur une Supply Chain industrielle et sur une Supply Chain Hospitalière.
Proposer une méthode qui permette d'expliquer la formation et la captation des cash flow dans la Supply Chain et permette ensuite d'en envisager le partage.	Les modèles d'optimisation dérivés de PREVA	Les modèles d'optimisation dérivés de PREVA expliquent soit comment optimiser la valeur financière globale de la Supply Chain au niveau tactique ou opérationnel, soit comment partager la valeur entre les compagnies en fixant les prix entre les entités qui la composent (Comelli <i>et al.</i> , 2006, a, d).

Tableau 58. Implications managériales des éléments constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC.

Besoin constatés à la suite de l'état de l'art	Couche de l'environnement répondant au besoin	Apport managérial
Concevoir des modèles mathématiques de type ABC intégrant également une contrainte d'efficacité qui expliquent comment se forment les cash flow et comment on peut les optimiser.	Les modèles d'optimisation issus de PREVA	L'aide à la décision apportée par les modèles d'optimisation (Bertel <i>et al.</i> , 2003 ; 2005 ; 2006,a,b) permet de sélectionner le planning tactique ou opérationnel qui maximise les niveaux de cash flow pour un horizon donné.
Concevoir des modèles descriptifs de type ABC qui expliquent comment se forment les cash flow et comment on peut les évaluer.	Approche PREVA	Les modèles descriptifs permettent d'évaluer différents scénarii logistiques au travers d'une approche de la valeur financière créée et prennent en compte les autres axes de performance (Efficacité/efficience des flux physiques) (Comelli <i>et al.</i> , 2005,a,b,c,d).
Proposer des modèles d'aide à la décision générique pour tous les niveaux décisionnels intégrant à la fois les principes du Supply Chain Costing et les principes du couplage des méthodes. Proposer des modèles sur les problèmes de pilotage et de configuration du réseau en modélisant la Supply Chain comme un flow shop et en intégrant le flux financier dans l'optimisation et l'évaluation.	Méthodologie ASCI-SC et environnement associé	La méthodologie et l'environnement associé permettent, lors du processus de modélisation d'un système de gagner en productivité, et d'utiliser (ou de créer) des composants logiciels réutilisables dans le cadre de l'aide à la décision. (Chabrol <i>et al.</i> , 2006,a,b).
Utilisation d'un tableau de bord suivant 4 axes pour le SCM en montrant tout particulièrement les effets de la collaboration ; le tableau de bord servirait à orienter les comportements (Anthony, 1988) et à fournir une aide à la décision.	Approche SCOPE (Supply Chain Operational Performance Evaluation)	Tableau de bord électronique alimenté en éléments provenant du système d'information pour la performance ex post, et connecté aux modèles prescriptifs et descriptifs pour la partie performance ex ante (Féniès <i>et al.</i> , 2004, a,b).
Les applications d'aide à la décision doivent être interopérables.	Connections des modèles d'aide à la décision avec un entrepôt de données.	L'interopérabilité des modèles et des méthodes doit permettre de gagner en productivité et de réutiliser composants logiciels et composants méthodologiques.

Tableau 58. Implications managériales des éléments constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC (suite).

Implications scientifiques

Les contributions principales de nos travaux s'inscrivent dans le cadre du Supply Chain Management, et par extension concernent différents champs disciplinaires qui le composent. Nos apports se situent à trois niveaux.

Notre première contribution concerne notre volonté de s'inscrire dans les propositions de *reliance* pour des recherches *couplant Sciences de Gestion et Sciences de l'Ingénieur* formulées par (Fabbes Costes, 2004). L'auteur propose 3 pistes de reliances entre ces deux champs disciplinaires : (i) relier ingénieurs et gestionnaires pour comprendre ; (ii) relier ingénieur et gestionnaire pour modéliser ; (iii) relier ingénieurs et gestionnaires pour envisager l'action. Si nous analysons nos travaux sous ces trois aspects, nous pouvons constater que :

- ◆ la méthodologie de modélisation que nous proposons constitue, par l'intégration explicite d'un positionnement épistémologique, un dispositif susceptible de générer des objets de recherche acceptables dans plusieurs domaines ;
- ◆ la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels, par son immersion dans le champ du BPM et par la formalisation du processus de modélisation d'un système constitue une base commune pour pouvoir envisager des actions de modélisation ;
- ◆ l'environnement de modélisation ASCI-SC constitue une base d'outils et de modèles qui permet "*d'envisager l'action*". En effet, (Fabbes Costes, 2004) cite 4 thèmes de collaborations possibles dans le cadre d'une reliance dans l'action. Il s'agirait de la conception de modèles d'optimisation, de modèles de simulation, de l'utilisation de la planification et de la régulation des activités. L'environnement ASCI-SC, avec les modèles et concepts qu'il contient répond partiellement à ces 4 thèmes de collaboration : (i) nos modèles d'optimisations ont été construits sur la base d'une modélisation du flux financier, dont l'optimisation constitue un objectif important des gestionnaires d'entreprise ; (ii) les scénarii organisationnels que proposent d'évaluer nos modèles de simulation (notamment dans le cadre de l'approche PREVA) permettent de sélectionner une solution satisfaisante suivant plusieurs critères qui n'étaient pas implantés auparavant ; (iii) notre approche de la Supply Chain conduit à assimiler les termes "planification" et "budgétisation" et à combiner plannings et budgets dans les mêmes états d'aide à la décision ; (iv) nos modèles de partages de la valeurs financière (partage des cash flow) entre les acteurs de la Supply Chain constituent un mode de régulation des activités logistiques dans le cadre du SCM et ouvrent un champ de collaboration au travers des approches quantitatives de la théorie de l'agence, ou de la théorie des Jeux.

Notre deuxième contribution concerne nos approches de modélisation des processus. En effet, la méthode de modélisation par processus multiples et incrémentiels cherche à générer des modèles de processus qui soient utilisables dans le cadre de plusieurs démarches (aide à la décision, constitution de système d'information, constitution de système de coûts). Cette structuration des modèles de connaissances que nous proposons, à l'aide des modèles conceptuels de la Supply Chain montre l'intérêt d'une collaboration entre informaticiens de la recherche opérationnelle, spécialistes des bases de données et gestionnaires. Notre méthodologie de modélisation, qui est orientée aide à la décision a été validée dans le cadre de démarches pour l'interopérabilité pour la Supply Chain Hospitalière (Chabrol *et al.*, 2006, b). De plus, le modèle de connaissance d'un système issu de la phase de formalisation de la connaissance permet de concevoir les instances de PREVA qui permettront d'expliquer la formation de la valeur financière par le biais de l'approche causale que propose notre modélisation.

Notre troisième contribution concerne la formalisation de problèmes d'optimisation qui intègrent dans leurs contraintes ou dans leur fonction objectif des éléments financiers. Nous avons à cet effet montré comment prendre en compte quel que soit le modèle de planification tactique une fonction objective financière (Comelli *et al.*, 2006, d). Nous avons également modélisé la Supply Chain comme un flow shop hybride et dégagé une approche qui permet de maximiser la position de trésorerie sur une entité de la supply chain (ou sur la Supply Chain si on la modélise comme un atelier). Ce modèle montre par exemple que la manière d'ordonnancer et préparer les commandes impacte la performance des flux de trésorerie (Bertel *et al.*, 2003 ; 2005 ; 2006, a,b).

Le tableau 59 reprend successivement, à partir des besoins constatés à la suite de l'état de l'art, les différentes couches de l'environnement et analysent les implications scientifiques de chacune des propositions qu'elles sous-entendent. Ce tableau montre également la nécessité d'une démarche transdisciplinaire lors de la résolution des problèmes de SCM, puisque les objets sur lesquels nous avons travaillé pour nos travaux appartiennent à plusieurs domaines scientifiques.

Besoins constaté à la suite de l'état de l'art	Couche de l'environnement répondant au besoin	Apport théorique	
Formaliser concrètement la manière opérationnelle de recueillir la connaissance sur les processus d'une Supply Chain	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	Sciences de Gestion	Utiliser les méthodes qualitatives/quantitatives des Sciences de Gestion dans un cadre multi-disciplinaire du processus de modélisation d'un système (Chauvet <i>et al.</i> , 2005)
		Ingénierie logistique	
		Informatique	
Expliquer comment utiliser d'un point de vue approche objet et d'un point de vue approche métier les méthodes et outils pour la spécification. Concevoir une méthode permettant de recueillir et de spécifier les flux de la Supply Chain relativement aux utilisations multiples qu'il peut être fait d'un modèle de connaissance.	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	Sciences de Gestion	L'approche métier doit permettre de concevoir un modèle de connaissance répondant aux besoins des gestionnaires et des logisticiens
		Ingénierie logistique	
		Informatique	L'approche objet de la méthodologie permet de concevoir des composants méthodologiques et logiciels réutilisables (modèle de connaissance générique du domaine...) (Chabrol <i>et al.</i> , 2006 ,a, b)
Prendre en compte dans la méthodologie les aspects et positionnements des Sciences de Gestion pour enrichir la production des concepts, outils et méthodes	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels	Sciences de Gestion	L'intégration d'une posture épistémologique permet d'utiliser la méthodologie de modélisation dans un cadre transdisciplinaire. (Féniès et Tchernev, 2005)
		Ingénierie logistique	
		Informatique	
Le couplage BPM/ Modèles d'évaluation n'est pas explicité correctement dans la littérature ou dans les logiciels associé : il faut donc concevoir une méthode qui explique comment formaliser les processus pour bien les évaluer à l'aide des modèles du Supply Chain Costing	Méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels + approche PREVA	Sciences de Gestion	La formalisation des processus conjuguée avec l'approche PREVA permet d'expliquer la formation des flux financiers dans la Supply Chain ; PREVA constitue une autre manière d'évaluer un planning, des règles de gestion... (Comelli <i>et al.</i> , 2005, a)
		Ingénierie logistique	N'importe quel planning logistique est évaluable d'un point de vue financier quelque soit le niveau de granularité et l'horizon décisionnel
		Informatique	Le modèle de connaissance doit permettre d'obtenir des composants logiciels réutilisables. Les modèles de connaissances génériques ont permis de concevoir des composants logiciels réutilisables pour PREVA.
Proposer une méthode qui permette d'expliquer la formation et la captation du cash flow dans la Supply Chain et permette ensuite d'en envisager le partage.	Les modèles issus de PREVA	Sciences de Gestion	Partager la valeur entre les entités ; expliquer la formation des coûts.
		Ingénierie logistique	
		Informatique	Les modèles sont résolus de manière exacte sur de petites instances. Les instances industrielles sont traitées avec des méthodes approchées.

Tableau 59. Implications théoriques des élément constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC.

Besoins constaté à la suite de l'état de l'art	Couche de l'environnement répondant au besoin	Apport théorique	
Concevoir des modèles descriptifs de type ABC qui expliquent comment se forment les cash flow et comment on peut les évaluer.	Approche PREVA	Sciences de Gestion	L'approche explique la formation des cash flow dans la supply chain. Sa pertinence repose sur une bonne spécification de la connaissance ; les modèles de conception du réseau Supply Chain n'ont pas été développés.
		Ingénierie logistique	
		Informatique	Chaînage de modèles descriptifs (simulation et modèle analytique) pour l'évaluation des performances.
<p>Proposer des modèles d'aide à la décision générique pour tous les niveaux décisionnels intégrant à la fois les principes du Supply Chain Costing et les principes du couplage des méthodes.</p> <p>Proposer des modèles sur les problèmes de pilotage et de configuration du réseau en modélisant la Supply Chain comme un flow shop et en intégrant le flux financier dans l'optimisation et l'évaluation.</p>	Méthodologie ASCI-SC et environnement associé	Sciences de Gestion	Seules les approches tactiques et opérationnelles ont été conçues et validées sur tous les niveaux de granularité ; l'environnement permet de concevoir des suites logicielles dont tous les usages ne sont pas formalisés.
		Ingénierie logistique	
		Informatique	La modélisation de la Supply Chain comme un flow shop permet de pouvoir utiliser les méthodes de résolution de cette classe de problème. Nous avons introduit les critères Cashposition et Cashmax pour ce problème.
Utilisation d'un tableau de bord suivant 4 axes pour le SCM en montrant tout particulièrement les effets de la collaboration ; le tableau de bord servirait à "orienter les comportements (Anthony, 1988) et à fournir une aide à la décision.	Approche SCOPE (Supply Chain Operational Performance Evaluation)	Sciences de Gestion	Conception de tableaux de bord prospectifs pour la Supply Chain dont la partie « prévisionnelle » est alimenté par les modèles prescriptifs et descriptifs de l'environnement.
		Ingénierie logistique	
		Informatique	
Les applications d'aide à la décision doivent être interopérables.	Connections des modèles d'aide à la décision avec un entrepôt de données.	Sciences de Gestion	
		Ingénierie logistique	
		Informatique	Interopérabilité des applications, des modèles et des données dans le cadre d'une suite logicielle dédiée à la supply chain.

Tableau 59. Implications théoriques des éléments constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC (suite).

Perspectives de recherche

Nos perspectives de recherche se situent à trois niveaux. Les perspectives que nous envisageons concernent l'enrichissement de l'environnement ASCI-SC, l'extension de son cadre d'application, et l'extension de la méthodologie de modélisation.

Relativement au premier point, les axes suivants de développement de l'environnement de modélisation sur le domaine des Supply Chains, nous semblent importants :

- ◆ Intégrer, par la collaboration transdisciplinaire les aspects juridiques et fiscaux dans le contexte de l'optimisation des flux logistiques ; l'intégration juridique ouvre, d'un point de vue Recherche Opérationnelle une dimension théorie des jeux dans l'aide à la décision, tandis que l'optimisation fiscale du réseau logistique de la Supply Chain d'une multinationale débouche sur des problèmes plus classiques de programmation linéaire, de voyageur de commerce...
- ◆ Relier système d'information et système d'aide à la décision dans le contexte de l'entreprise étendue par le biais des approches de BPM.
- ◆ Etendre des fonctionnalités de l'environnement ASCI-SC dans le cadre de la prise de décision stratégique (création de site, prise de décision d'investissement...).
- ◆ Etude plus approfondie des couplages possibles permettant à plusieurs méthodes (exactes ou approchées, simulation...) de coopérer avec des méthodes issues du contrôle de gestion pour résoudre des problèmes théoriques, mais aussi industriels d'évaluation de performance.

Relativement au deuxième point, les axes d'extension du domaine d'application de l'environnement de modélisation nous semblent importants :

- ◆ Etendre à d'autres formes d'entreprises étendues que la Supply Chain le composant méthodologique et l'environnement ASCI-SC en prenant en compte le comportement du client final (par exemple dans le contexte de la distribution, modélisation et simulation de réseau de distribution intégrée, modélisation et simulation de réseaux de franchise...).
- ◆ Etendre à toute forme d'organisation réticulaire le cadre conceptuel et les méthodes d'aide à la décision associées.
- ◆ Travailler sur le « triple couplage » de concepts de modélisation et de simulation avec la modélisation des comportements des acteurs sociaux (théorie des jeux, multi-agents) et l'optimisation combinatoire dans le contexte de l'entreprise étendue.

Relativement au troisième point, nous envisageons d'intégrer dans le processus de modélisation d'un système une dimension « management des comportements et gestion du changement » en proposant l'élaboration d'une méthodologie de modélisation qui intègre explicitement la dimension humaine dans son processus applicatif.

Bibliographie

- Abdel-Kader M.G., Dugdale D., (2001) Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology : A Fuzzy Set Theory, *The British Accounting Review*, Volume 33, Issue 4, p. 455-489.
- Abdmouleh A., (2004) Composants pour la Modélisation des Processus Métier en Productique basés sur CIMOSA, Thèse de Doctorat, Laboratoire de Génie Industriel et Production Mécanique, Ecole Nationale d'Ingénieurs de METZ - Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Université de Metz, (France).
- Abdmouleh A., Spadoni M., Vernadat F., (2004) Distributed client/server architecture for CIMOSA-based enterprise components, *Computers in Industry* , Volume 55, p. 239–253.
- Abouïssa H., Nicolas J.C., Benasser A., Cherkouk N., (2003) "Systèmes multiagents et réseaux de Petri pour la modélisation et l'évaluation des performance des systèmes hospitaliers", Actes de la 1ère conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 17 et 18 janvier 2003, Lyon.
- Ackoff R., (1973) Méthodes de planification dans l'entreprise, Paris, Ed D'organisation.
- Aitken J., (1998) Supply Chain integration within a context of a supplier association, PHD Thesis, Cranfield University.
- Albright T., Robert W., Lawley I.A., (1992), The Beville manufacturing case: Using factory-simulation software to teach the concepts of activity-based costing and non financial performance measures, *Journal of Accounting Education*, Volume 10, Issue 2, p.329-348.
- Aleksy B., Chabrol M., Chauvet J., Fenies P., (a) (2006) Le projet de modélisation et de simulation des flux du Nouvel Hôpital d'Estaing : aide à la décision versus management du changement. 6ème conférence francophone de modélisation et de simulation, MOSIM 06, Rabat, (Maroc).
- Aleksy B., André V., Fenies P., Gourgand M., Rodier S., (2006) (b) Modélisation et simulation des flux logistiques du Nouvel Hôpital d'Estaing, GISEH 06, Luxembourg, Septembre 2006
- Alexandre C., Fénies P., Rodier S., (2006) A Decisional Model for the Performance Evaluation of the Logistic Process: Application on a Consultation Ambulatory Unit of a Hospital Supply Chain, *Industrial Simulation Conference ISC 06*, Palerme, Juin.
- Allard-Poesi F., Marechal C., (1999) Construction de l'objet de recherche, *Méthodes de recherche en Management.*, Thiétart R. (eds), Dunod Paris.
- Al-Mudimigh A.S., Zairi M., and Moneim M.A. (2003) Extending the concept of Supply Chain : The effective management of value chains, *International Journal of Production Economics*, Volume 87, Issue 3, p. 309-320.
- Altiok T., Ranjan R.,(1995) Multistage Pull-type production/Inventory systems. *IEEE Transactions* 27, p.190-200.
- Ansoff H.I., (1979) *Strategic Management*, London, Mc Millan.
- Anthony R.N., (1988) *The Management Control Function*, Boston, The Harvard Business School Press.
- Anthony R.N.,(1965) *Planning and control systems : a framework for analysis*, Boston, Division of research, Harvard Business School Press.
- Apaiah R.K., Hendrix E., (2005) Design of a supply chain network for pea-based novel protein foods, *Journal of Food Engineering*, Volume 70, Issue 3, October 2005, p. 383-391.
- Arntzen, B.C., Brown, G.G., Harrison, T.P., Trafton, L.L., (1995) Global supply chain management at Digital Equipment Corporation.*Interfaces* 25 (1), p. 69-93.
- Arthur J.D., Nance R.E., Henry S.M., (1986) A procedural Approach to evaluating Software Developpement Methodologies, Volume 86-24, Department of Computer Science, Virginia Tech.
- Artiba A., Briquet M., Colin J., Dontaine A., Gourc D., Pourcel C., Stock R., (2004) "Modélisation d'établissement de santé". Actes de la 2ème conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 9-11 septembre 2004, Mons, (Belgique).

- Artiba A., Di Martinelli C., (2003) "Allocation des patients : problématique et approche de résolution par la simulation. " Actes de la 1ère conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 17 et 18 janvier 2003, Lyon.
- Aseiedu, Y., Besant, R.W., Gu, P., (2000) Simulation-based cost estimation under economic uncertainty using kernel estimators, *International Journal of Production Research*, Volume 38 (issue 9), p. 2023-2035.
- Aurifeille J-M., Colin J., Fabbe-Costes N., Jaffeux C. et Paché G., (1997) *Management Logistique : une approche transversale*, éditions Litec, Paris.
- Badell M., Pomero J., Puigjaner L., (2005), Optimal budgets and cash flow during retrofitting period in batch chemical industry, *International Journal of Production Economics*, Volume 95, (3), p. 359-372.
- Balci O., (1990) Guidelines for succesful Simulation Studies. Actes de la conference Winter Simulation Conference, New Orleans, p.25-32.
- Ballou R., (1992) *Business Logistics Management*, Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs, New Jersey.
- Ballou R., (2004) *Business Logistics/ Supply Chain Management*, 5e édition, Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bard J.F., Purnomo H.D., (2005) Preference scheduling for nurses using column generation, *European Journal of Operational Research*, Volume 164, Issue 2, 2005, p. 510-534.
- Barnard C., I., (1938) *The function of executive*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Barnichon D., (1990) *Modélisation et simulation des systèmes de production : problèmes de spécification et d'ordonnancement*, Thèse de doctorat en Informatique, LIMOS, Université Blaise Pascal, Clermont II.
- Beamon B., (1998) Supply Chain design and analysis: models and methods. *International Journal of Production Economics*, Volume 55, p. 281-294.
- Ben-Arieh D., Qian L., (2003) Activity-based cost management for design and development stage, *International Journal of Production Economics*, Volume 83, p. 169-183.
- Bergadaà M., et Nyeck S.,(1992) *Recherche en marketing : un état des controverses*, Recherche et applications en marketing, Vol 7, n°3 p.23-44. (1992).
- Berio G., Vernadat F., (1999) New developments in enterprise modelling using CIMOSA, *Computers in Industry*, Volume 40, Issues 2-3, p. 99-114.
- Berliner C., Brimson J.A., (1988) *Cost Management for Today's Advanced Manufacturing - The CAM-I Conceptual Design*, Harvard Business School, Boston, MA.
- Bernus P., Nemes L., (1997) Requirements of the generic enterprise reference architecture and methodology, *Annual Reviews in Control*, Volume 21, p. 125-136.
- Berrah L., (1997) *Une approche d'évaluation de la performance industrielle, modèle d'indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif*, Thèse de doctorat de l'INPG, Grenoble, 1997.
- Bertel S., Fénies P., Gourgand M., and Tchernev N., (2005) Optimal cash flow and operational planning in company Supply Chain, *International Conference on Industrial Engineering and Systems Management IESM*, Mai 2005, Marrakech (Maroc).
- Bertel S., Fenies P., Roux O., Tchernev N., (2006) (a) Transfer pricing and cash flow optimization in software for extended enterprise. Article soumis en 2006 à la revue *International Journal of Computer and Integrated Manufacturing* (Elsevier).
- Bertel S., Fenies P., Roux O., Tchernev N., (2006) (b) Optimisation des flux financiers et physiques pour les logiciels d'aide à la décision de la Supply Chain d'une firme industrielle. 8ème congrès de Recherche Opérationnelle de France, ROADEF, Février 2006.
- Bertel S., Fénies P., Tchernev N., (2003) Résolution d'un problème multicritères dans un atelier de tôles fortes, 5ème congrès de Recherche Opérationnelle de France, ROADEF 03 à Avignon, les 16, 17, 18 février 2003.
- Berry T., Ahmed A., (1997). The consequences of interfirm supply chains for management accounting. *Management Accounting* 75 (10), 74-75.
- Bessire D., (1999) Définir la performance, *Comptabilité, Contrôle Audit.*, Volume 2, Issue 5, p. 127-150.

- Bititci U.S., Mendibil K., Martinez V., Albore P., (2005) Measuring and managing performance in extended enterprise, *International Journal of Operations Production Management*, Volume 25, Issue 4, p. 333-353.
- Blackhurst J., Wu T., Craighead C.W., (2006) A systematic approach for supply chain conflict detection with a hierarchical Petri Net extension , Omega, In Press, Corrected Proof, Available online 18 April 2006.
- Blanc L., (2004), Modélisation des processus "métier" mis en œuvre dans une approche EAI en vue de leur pilotage "Le pilotage des applications intégrées", Thèse de doctorat, LISTIC, Université de Savoie.
- Blanc X., (2005) MDA en action, Ingénierie Logicielle guidée par les modèles, Eyrolles, Paris.
- Bonnefous C., (2001) La Construction d'un système d'indicateurs pertinents et efficace, in Indicateurs de performance sous la direction de Chantal Bonnefous et Alain Courtois, Productique - Hermes, Paris.
- Boons A., (1998) Product costing for complex manufacturing system, *International Journal of Production Economics*, Volume 55 (3), p. 241-255.
- Botta-Genoulaz V., Dedun I., Gruat la Forme F.A., Martinez A., Millet P.A., Pellegrin C., (2005) Etat des lieux des systèmes d'information supports de la chaîne logistique intra et/ou inter-entreprises, Rapport intermédiaire année 2, projet copilote.
- Botta-Genoula V., Millet P.A.,(2005) A classification for better use of ERP systems, *Computers in Industry*, volume 56, p. 573-587.
- Bouquin H., (2001) La comptabilité de Gestion, 2ème édition, Collection Que sais-je, Presses Universitaires de France (PUF), Paris.
- Bouquin H., (2004) Le Contrôle de Gestion, 6ème édition, Presses Universitaires de France (PUF), Paris.
- Bourguignon A., (1995) Peut-on définir la Performance, *Revue Française de Comptabilité*, n°269, p.61-66.
- Bourguignon A., (2000) Performance et Contrôle de gestion, In Colasse, B (Coord) *Encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion et audit*, Economica, Paris, p. 931-941.
- Boutevin C., (2003) Problèmes d'ordonnancement et d'affectation avec contraintes de ressources de type RCPSP et Line Balancing, Thèse de Doctorat en Informatique, Limos, Université Blaise Pascal.
- Bowersox D., et Closs D., (1996) *Logistical management: the integrated supply chain*. New York. Mc Millan Publishing.
- Bowersox D., Closs D., et Stank T., (a) (1999) 21st century logistics : making Supply Chain integration a reality, Council of Logistics Management, Oak Brook (USA).
- Bowersox D., Cooper M., Lambert D., Taylor D., (1980) *Management in Marketing Channels*, Mc Graw Hill, New York.
- Bowersox D.J., Stank P.T., and Daugherty P.J., (b) (1999) Lean launch : managing product introduction risk through response-based logistics, *Journal of Product Innovation Management*, Volume 16, Issue 6, p. 557-568.
- Brandenburg H., Wojtyna J.P (2003) L'approche processus. Mode d'emploi. Ed d'Organisations, 142 p.
- Brender J., (1999) "Methodology for constructive assessment of IT based systems in an organisational context", *International Journal of Medical Informatics*, Volume 56, Issues 1-3, p. 67-86.
- Brewer P. C. & Speh T. W. (2000) Using the balanced scorecard to measure supply chain performance, *Journal of Business Logistics*, Volume 21(1), p.75-93.
- Briers M., Chua W.F., (2001) The role of actor-networks and boundary objects in management accounting change: a filed study of an implementation of activity-based costing, *Accounting Organizations and Society*, Volume 26, p. 237-269.
- Brigl B., Ammenwerth E., Dujat C. Gräber S., Grosse A., Häber A., Jostes C., Winter A., (2005) "Preparing strategic information management plans for hospitals: a practical guideline SIM plans for hospital : a guideline", *International Journal of Medical Informatics*, Volume 74, Issue 1, p. 51-65.
- Brimson J.A., Antos J., (1999) *Driving Value Using Activity Based Budgeting*, New York, John Wiley.
- Brown W., Haegler F.,(2004) "Financing constraints and inventories", *European Economic Review*, Volume 48(5), p. 1091-1123.
- Buckley P.J., and Hashai N (2006) Firm configuration and internationalisation : A model, *International Business Review*, Volume 14, Issue 6, p. 655-675

- Buffet V., Fievez J., Staykov D., (2005) La méthode UVA : quelles réalités ?, *Revue Comptabilité Contrôle Audit*, Volume 11, p. 97-120.
- Burlat P. (2002) Modélisation et pilotage des organisations en réseau, *Mémoire d'HDR*, ENSMSE, Saint-Etienne.
- Burlaud A., Eglem J., (1995) Dictionnaire de gestion, comptabilité, finance et contrôle, Foucher, Paris.
- Butera F., (1991) La métamorphose de l'organisation : du château au réseau, Edition d'organisation, Paris.
- Carbone V., (2004) Le rôle des prestataires logistiques en Europe : intégration des chaînes et alliances logistiques, Thèse de Doctorat, INRETS, Arcueil.
- Carnap R., (1953) *Reading in the philosophy of science*, Herbert Feigl and Brodbeck (Eds), New York.
- Cattan M., Idrissi N., Knockaert P. (2001) Maîtriser les processus de l'entreprise. Guide opérationnel. Ed d'Organisation, Paris, 288 p.
- Cattani K., Souza G., (2001) "Good buy delaying end of life purchase", *European Journal of Operational Research*, Volume 146 (1), p. 216-228.
- Cauvin E., (1994) Développement et test d'un modèle de comptabilité par activités : une application dans les services, Thèse de Doctorat, Université Aix Marseille III.
- Cavinato, J.L., (1992). Total cost value model for supply chain competitiveness, *Journal of Business Logistics* 13 (2), p. 285-291.
- Chabrol M., (1986) Développement et utilisation de QNAP2 pour l'évaluation des performances par modèles analytiques. Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal.
- Chabrol M., Chauvet J., Fenies P., Gourgand M., (2006) (a) A methodology for process evaluation and activity based costing in health care supply chain. *Lecture Notes in Computer Sciences (Springer) as a special issue on Interoperability*, Volume 3812, p. 375 - 384.
- Chabrol M., Comelli M., Fenies P., Tchernev N., (2005) (b) A Methodology for supply chain system modelling and process evaluation. *Industrial Simulation Conference 2005, ISC-2005*, Berlin.
- Chabrol M., Fenies P., Gourgand M., Tchernev N., (2005) (c) Vers un planning collaboratif intégrant flux physiques et flux financiers dans une supply chain manufacturière. 7ème congrès de Recherche Opérationnelle de France ROADEF 05., Février 2005, Tours
- Chabrol M., Fenies P., et Gourgand M., et Tchernev N., (2006) (a) Un environnement de modélisation pour la Supply Chain Hospitalière : application sur le Nouvel Hôpital d'Estaing, *Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI)*, Volume 11, Issue 1, p. 137-162.
- Chabrol M., Fenies P., et Gourgand M., et Tchernev N., (2006) (b) Un environnement de modélisation pour la Supply Chain Hospitalière : application sur le Nouvel Hôpital d'Estaing, *Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI)*, Volume 11, Issue 1, p. 137-162 .
- Chabrol M., Sarramia D., (2004) Modélisation orientée objets et multiagents du système d'information des systèmes de trafic", *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Volume 6, n°2, p. 121-150.
- Chabrol M., Sarramia D., Tchernev N., (2006) (b) Urban Traffic Systems Modelling Methodology, *International Journal of Production Economics*, Volume 99, Issues 1-2, January-February 2006, p. 156-176.
- Chan K.K., Spedding T., (2003) An integrated multidimensional process improvement methodology for manufacturing systems, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 44, p. 673-693.
- Charlet J., (2002) L'ingénierie des connaissances, développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales, *Habilitation à diriger des Recherches*, Paris.
- Chauvet J., Chabrol M., Fenies P., Gourgand M., (2005) The New Hospital of Estaing knowledge model: an operational tool for strategic management and flow modelling in a hospital supply chain. 4th International Conference on the Management of Healthcare & Medical Technology, Aalborg Danemark (August).
- Chen D., Vallespir B., Doumeingts G., (1997) GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology, *Computers in Industry*, Volume 33, Issues 2-3, September 1997, p. 387-394.
- Chen H.L., Chen W.T., (2005) Clarifying the behavioral patterns of contractor Supply Chain payment conditions, *International Journal of Project Management*, Volume 23, p. 463-473.

- Chiapello E., Delmond M.H., (1994), Les tableaux de bord de gestion, outils d'introduction du changement, *Revue Française de Gestion*, Volume 97, p. 49-58.
- Chopra, S., Meindl, P. (2001) Supply Chain Management – strategy and planning, *Journal of Operations and Production Management*, Volume 16 (4), p.19-34
- Christopher M., (1992) *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Publishing, London.
- Christopher M., (1997) *Marketing logistics*, Betterworth-Heinemann, Oxford.
- Christopher M., (1998) *Logistics and Supply Chain Management*, 2ème édition, Prentice Hall., Financial Times, London.
- Christopher M., (1999) Supply Chain Strategy : its impact on shareholder value, *International journal of Logistics Management*, Volume 10, n°1 (1999), p. 3-12.
- Cil I., (2004) Internet-based CDSS for modern manufacturing processes selection and justification, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Volume 20., p. 177-190.
- Coad P., Yourdon E., (1991) *Object oriented analysis*, 2ème édition, Computing Series, Yourdon Press.
- Cohen E., (1997) *Epistémologie de la gestion*, *Encyclopédie de Gestion*, Simon Y., Joffre P., eds Paris, Economica.
- Cohen, M.A., Kleindorfer, P.R., (1993) Creating value through operations: The legacy of Elwood S. Buffa. In: Sarin, R.K. (Ed.), *Perspectives in Operations Management (Essays in Honor of Elwood S.)*.
- Cohen M.A., Lee H.L., (1989) Resource deployment analysis of global manufacturing and distribution networks . *Journal of Manufacturing Operations Management* volume 2, p. 81-104. 1989.
- Colin et Paché (1988) *La logistique de distribution : l'avenir du marketing* , Chotard et associés éditeurs, Paris.
- Colin J., (2004) *La logistique du point de vue des Sciences de Gestion*, *La logistique entre Management et Optimisation*, Lièvre P. et Tchernev N. Eds, Hermès Sciences, Paris.
- Combes C., (1994) *Un environnement de modélisation pour les systèmes hospitaliers*, Thèse de doctorat en informatique, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Comelli M., Fenies P., (2005) Un modèle générique pour l'évaluation du processus logistique: Application sur la Supply Chain. in *Journées Doctorales du GDR MACS*, Lyon Septembre 2005.
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M. Tchernev N., (2005) (a) A generic evaluation model for cash flow and activity based costing in a company supply chain. *International Conference on Industrial Engineering and Systems Management» IESM*, Marrakech, Morocco, May 2005
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M. Tchernev N., (2005) (b) An operational integration for cash management and activity based costing evaluation in supply chain software. 4th *International Workshop on Performance Measurement : implementation of performance measurement systems for supply chains*, organized by the IFIP WG 5.7 Special Interest Group on Performance Measurement, Bordeaux, June 2005.
- Comelli M., Fenies P., Lemoine D., Tchernev N., (2006) (a) Optimisation des flux physiques versus optimisation des flux financiers pour la planification d'une supply chain.), 8ème congrès de Recherche Opérationnelle de France, ROADEF, Février 2006
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M. (2006) (b) Business Process Modeling and Simulating of a Generic Health care Unit: Application on New Hospital of Estaing, *Industrial Simulation Conference ISC 06*, Palerme, Juin.
- Comelli M., Fenies P., et Tchernev N., (2006) (c) Un modèle décisionnel pour l'évaluation du processus logistique : application sur une unité de consultation ambulatoire d'une supply chain hospitalière. Accepté à la 6ème conférence francophone de modélisation et de simulation, MOSIM 06 Rabat, Maroc
- Comelli M., Fenies P., Lemoine D., Tchernev N., (2006) (d) Tactical planning for optimal cash flow and value sharing in supply chain. *International Conference on Information and Logistics System. (ILS 06)* Mai 2006 Lyon.
- Comelli M., Fenies P., Gourgand M. Tchernev N., (e) (2006) A generic evaluation model for Activity Based Costing and Cash flow evaluation in a company supply chain. Article soumis en 2006 à la revue *International Journal of Production Economics* (Elsevier)

- Cooper M., Lambert D., et Pagh J., (1997) Supply Chain management : more than a new name for logistics, the International Journal of Logistics Management, Volume 8, n°1, p.1-13.
- Cooper R., Kaplan R., (1991) The Design of Cost Management System, 2nd Ed., Prentice Hall International, London, Englewood Cliffs.
- Cooper R., Slagmulder R., (1999) Supply Chain Development for the lean enterprise - Interorganisational Cost Management, Productivity Press, Portland.
- Corbett C.J., De Croix G.A., Ha Y.A., (2005) Optimal shared-savings contracts in Supply Chains : Linear contracts and double moral hazard, European Journal of Operational Research, Volume 163, Issue 3, p. 653-667.
- Cossard N., (2004) Un environnement logiciel de modélisation et d'optimisation pour la planification de la production dans la chaîne logistique, Thèse de doctorat en informatique, Limos, Université Blaise Pascal.
- Croom S., Romano P., Giannakis M., (2000) Supply Chain management : an analytical framework for critical literature review, European Journal of Purchasing & Supply Management 6, p67-83
- Cross K., Lynch R., (1989) Accounting for competitive Performance, Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry, Volume 3, n°1, p.20-28.
- Cullen J., Berry T., Seal W., Dunlop A., Ahmed M., Marson J., (1999) Performance measurement and costing system in new enterprise and Interfirm Supply Chains: the contribution of management accounting, Volume 10, n°3, p. 303-322.
- Danese P., Romano P., Vinelli A., (2004) Managing business processes across supply networks : the role of coordination mechanisms, Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 10, p.165-177.
- Daniel J., Rajendran C., (2005) Heuristic approaches to determine base-stock levels in a serial supply chain with a single objective and with multiple objectives, European Journal of Operational Research, In Press, Corrected Proof, Available online 2 September 2005.
- Davies I., Green P., Rosemann M., Indulska M., Gallo S., (2005) How do practitioners use conceptual modeling in practice ?, Data & Knowledge Engineering, article en cours de publication, disponible en ligne sur www.sciencedirect.com.
- De Garets V., (1992) La relation distributeur-fournisseur à l'heure des nouvelles technologies, Revue Française de Gestion, Volume 90, p.113-123.
- De Rosnay J., (1975), Le macroscope : vers une vision globale, Paris : Seuil; 1975.
- Dietrich B.L., (1991) Taxonomy of discrete manufacturing systems, Journal of Operations Research, Volume 39, n°6, p. 886-902.
- Ding H., Benyoucef L., Xie X., Mascolo J., (2004) Problèmes de simulation et d'optimisation des chaînes logistiques : deux cas d'études issues des industries automobiles et textiles, Actes de la 5ème conférence francophone de Modélisation et Simulation (MOSIM), Nantes, (France), p. 907-914
- Doheny J.G., and Fraser J.L., (1996) "MOBEDIC - A decision modelling tool for emergency situation", Expert System with Applications, Volume 10, Issue 1, p. 17-27.
- Doney P.M., Cannon J.P., (1997) An examination of the nature of trust in buyer-seller relationships, Journal of Marketing , Volume 61. p.35-51.
- Dong M., Chen F., (2001) Process modeling and analysis of manufacturing supply chain networks using object-oriented Petri nets, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 17, Issues 1-2, February, p. 121-129.
- Doumeingts G., Vallespir B., Marcotte F., (1995) A proposal for an integrated model of a manufacturing system : Application to the re-engineering of an assembly shop, Control Engineering Practice, Volume 3, Issue 1, p. 59-67.
- Dubois D., (1997) Trésorerie, Encyclopédie de Gestion, 2ème édition, sous la direction de P.Joffre et Y.Simon, Economica, Paris.
- Ducq Y., Vallespir B., Doumeingt G., (2004) "Méthodologie GRAI pour la modélisation, le diagnostic et la conception d'un système hospitalier", Actes de la 2ème conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 9-11 septembre 2004, Mons (Belgique).

- Dudek G., et Stadtler H., (2005) Negotiation-based collaborative planning between Supply Chains partners, *European Journal of Operational Research*, Volume 163, Issue 3, p. 668-687.
- Dyer J., (1997) Effect of interfirm collaboration : how firms minimize transaction costs and maximize transaction value. *Strategic Management Journal*, Volume 18, p.553 -560.
- Edvinsson L., Malone M., (1997) *Intellectual Capital, Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*, Harper Collins Publishers, New York (NY).
- Ellram L.M., 1991. Supply chain management: the industrial organisation perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 21 (1), 13-22.
- Ellram L., et Cooper M., (1993), The relationship between Supply Chain management and Keiretsu, *International Journal of Logistics Management*, Volume 4, n°1, p.1-12.
- Ellram L.M., (2000) Purchasing and Supply Chain Management's participation in the target costing process, *The Journal of Supply Chain Management*, Volume 36, n°2, p.39-52.
- Epstein M., Manzoni J-F.,(1998) Implementing Corporate Strategy: from tableaux de bord to balanced scorecards, *European Management Journal*, vol 16 n°2 p. 199-203.
- Evraert S., (1997) Comptabilité d'activité. *Encyclopédie de Gestion*, 2ème Edition, sous la direction de Joffre P. et Simon Y, Economica, Paris, p. 476-487.
- Evrard Y., Pras B., et Roux E., (1997), *Market : études et recherches en marketing*, Paris, Nathan.
- Fabbe-Costes N., (1997) L'intervention de la logistique dans la formulation/mise en acte de la stratégie en milieu complexe, in Avenier J-M, *La Stratégie "Chemin Faisant"*, Economica, Paris, p. 239-267.
- Fabbe-Costes N., (2004) Une perspective de reliance entre les ingénieurs et les gestionnaires en logistique, *La logistique entre Management et Optimisation*, Lièvre P. et Tchernev N. Eds, Hermès Sciences, Paris, p.305-316.
- Fabbe-Costes N., et Lievre P., (2002) *Ordres et désordres en logistique*, Hermès Science Publications - Lavoisier, Paris.
- Fadel, F.G., (1994) "A Resource Ontology for Enterprise Modelling", M.A.Sc. Thesis, Enterprise Integration Laboratory, University of Toronto.
- Fawcett E., Magnan G.M., (2001) Achieving World class Supply Chain Alignments : benefits, barriers, and bridge. Center for Advanced Purchasing Studies, CAPS 2001.
- Fawcett E., Magnan G.M., (2002) The rhetoric and reality of Supply Chain integration, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Volume 32, n°5, p.339- 61
- Fender M., (1996) Modes de coopération producteurs – distributeurs - Place de la logistique dans l'organisation des chaînes d'approvisionnement, thèse de doctorat de l'école nationale des ponts et chaussées.
- Féniès P., Gourgand M., (2004) La mesure de la performance industrielle : application à la Supply Chain, *La logistique entre Management et Optimisation*, Lièvre P. et Tchernev N. Eds, Hermès Sciences, Paris.
- Féniès P., Gourgand M., (2005) Towards an integration of physical and financial flow in software for company supply chain, 7th Manufacturing Accounting Research conference, EIASM, Tampere, Finland (June 2005).
- Féniès P., Gourgand M., et Tchernev N., (2004) (a) A framework for supply chain evaluation in 5e International Meeting for Research in Logistics, RIRL 04, Fortaleza, Brazil.
- Féniès P., Gourgand M., Tchernev N., (2004) (b) "Une contribution à la mesure de la performance dans la supply chain hospitalière : L'exemple du processus opératoire", Actes de la 2ème conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 9-11 septembre 2004, Mons (Belgique).
- Féniès P., Lagrange S., (2004) La mixité des réseaux franchisés comme outil de supply chain management de l'opérateur in "la logistique entre management et optimisation", P. Lièvre et N. Tchernev (Eds), Hermès Sciences.
- Féniès P., Tchernev N., (2005) La modélisation d'une unité générique de soins : une brique essentielle pour le système d'information et d'aide à la décision de la supply chain du Nouvel Hôpital d'Estaing. *Logistique et Management*, n°13, Décembre 2005, p-39-52.
- Filser M.,(1989) *Canaux de distribution : description, analyse, gestion* ; Vuibert, Gestion, Paris.

- Filser M.,(2000) Les théories du canal de distribution : le dualisme des paradigmes. Ouvrage Collectif "Faire de la Recherche en Logistique et Distribution,?" coordonné par N. Fabbes Costes, J. Colin et G. Paché, FNEGE, Vuibert.
- Fleischmann B., Meyer H., and Wagner M., (2001) Advanced Planning, Supply Chain Management and Advanced Planning : concepts, Models, Software and Case Studies, H.Stadtler et C.Kigler Editeurs, Springer Verlag Berlin.
- Forrester J.W., (1961) Industrial Dynamics, MIT Press, USA.
- Fox M.S. and Gruninger, M., (1994) "Ontologies for Enterprise Integration", Proceedings of the 2nd Conference on Cooperative Information Systems, Toronto, Ontario.
- Fox M.S., (1993) "Issues in Enterprise Modelling", Proceedings of the IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics , Le Toquet France, IEEE.
- Fox M.S., and Huang, J., (2005) "Knowledge Provenance in Enterprise Information", International Journal of Production Research, Volume 43, n° 20, p. 4471-449.
- Fox M.S., Barbuceanu, M., and Gruninger, M., (1996) "An Organisation Ontology for Enterprise Modelling: Preliminary Concepts for Linking Structure and Behaviour", Computers in Industry, Volume 29, p. 123-134.
- Fox M.S., Barbuceanu, M., Gruninger, M., and Lin, J., (1998), "An Organisation Ontology for Enterprise Modeling", In Simulating Organizations: Computational Models of Institutions and Groups, M. Prietula, K. Carley & L. Gasser (Eds), Menlo Park CA: AAAI/MIT Press, p. 131-152.
- Fox M.S., Chionglo J.F., Barbuceanu M.,(1993) The integrated Supply Chain Management System. White paper, Department of Industrial Engineering, University of Toronto.
- Fox M.S., Gruninger, M., (1997) On Ontologies and Enterprise Modelling, International Conference on Enterprise Integration Modelling Technology 97, Springer-Verlag.
- Fox, M.S., (1994) "Issues in Enterprise Modelling", Information and Collaboration Models of Integration, S.Y. Nof (ed.), Kluwer Academic Publishers: Netherlands, p. 219-234.
- Fraser Johnson P., Leenders M., (2004) Implementing organizational change in supply towards decentralization, Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 10, p. 191-200.
- Frazelle E.H., (2001) Supply Chain Strategy, Mac Graw Hill, Logistics Management Library.
- Galland S., Grimaud F., Beaune P., and Campagne J.P., (2003) "MAMA-S: An introduction to a methodological approach for the simulation of distributed industrial systems", International Journal of Production Economics, Volume 85, Issue 1, p. 11-31.
- Gallois P.M., (1996) De la Pierre à la cathédrale, les indicateurs de performance, Club production et compétitivité, Ed Londez, Paris.
- Ganeshan R , Jack E., Magazine M., Stephens P., (1999) A taxonomic review of Supply Chain management research in S. Tayur, R. Ganeshan and M. Magazine editors, Quantitative models for Supply Chain management, p. 84-879, Kluwer Academic Publishers.
- Ganeshan R., Harrison T., (1995) An introduction to Supply Chain management. Penn state university, department of management science and information system. operations. Prentice Hall, New Jersey.
- Gartner, (2002) Application Development and Maintenance Research Note M-16-8153, The BPA Market Cathes another Major Updraft. Available from: <http://www.gartner.com>.
- Gaynor, P. E., Kirkpatrick, R. C., (1994) Introduction to time series modelling and forecasting in business and economics. New York: Mc-GrawHill.
- Georgiadis P., Vlachos D., Iakovou E., (2005) A system dynamics modeling framework for the strategic Supply Chain management of food chains., Journal of Food Engineering 70, p. 351-364.
- Gerstner L., (2002) Who says elephants cannot dance ? New York, Harper Collins, 2002.
- Gervais M., (1997) Contrôle de Gestion, Economica.
- Giard V., (2003) Gestion de la production et des flux, 3ème Ed., Economica, Collection Gestion, Paris.
- Giard V., Midler C., (1993) Pilotages de projet et entreprises, Paris, Economica.

- Girlich H.J., (2002) Transaction cost in finance and inventory research, *International Journal of Production Economics*, Volume 81-82, 2002, p. 341-350.
- Girod-Séville M., (1996) *La mémoire des organisations*, Paris, L'Harmattan.
- Girod-Séville M., Perret V., (1999) *Fondements épistémologiques de la recherche*, Méthodes de recherche en management, Thiétard R., (eds), Dunod Paris.
- Girod-Séville M., Perret V., (2002) Les critères de validité en sciences des organisations : les apports du pragmatisme , *Questions de méthodes en Sciences de gestion (EMS)*, Mourgues et al (editeurs), p. 319-337.
- Goetschalckx M., Vidal C.J., and Dogan K., (2002) Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms, *European Journal of Operational Research*, Volume 143, Issue 1, p. 1-18.
- Goldbach M., (2002) Organizational settings in supply chain costing, in *Cost management in Supply Chains*, Seuring S., et Goldbach M., editors, Springer Physica- Verlag, p.89-107.
- Goldratt E., Cox J., (1984) *The goal*, Excellence in manufacturing, North River Press, New York.
- Goldsby T., Closs D., (2000) Using Activity Based Costing to reengineer the reverse logistics channel, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Volume 30, issue 6, p. 500-514.
- Gosselin M., Mevellec P., (2003) Plaidoyer pour la prise en compte des paramètres de conception dans la recherche sur les innovations en comptabilité de gestion ; publié dans la revue *Comptabilité Contrôle Audit*, disponible en ligne sur le site <http://www.iae.univ-nantes.fr>.
- Goujon J.Y., (1998) *Un environnement de modélisation multi-agents pour la spécification et l'évaluation des performances des systèmes industriels de production*. Thèse de doctorat en informatique, Limos, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Gourgand M., (1984) *Outils logiciels pour l'évaluation des performances des systèmes informatiques*, Thèse d'Etat, Université Blaise Pascal.
- Gourgand M., Kellert P., (1991) *Conception d'un environnement de modélisation des systèmes de production*, troisième congrès de Génie Industriel, Tours.
- Grangeon N., (2001) *Métaheuristiques et Modèles d'Evaluation pour le Problème du Flow Shop Hybride Hierarchisé : Contexte Déterministe et Contexte Stochastique*. Thèse de Doctorat en Informatique, LIMOS, Université Blaise Pascal.
- Grant, R.M., (1996) Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, Volume 17 (winter special issue), p. 109-122.
- Green P., Roseman M., (2000) Integrated Process Modelling: an ontological evaluation. In *Information Systems*, Volume 25, Issue 2, p. 73-87.
- Grigoria D., Casati F., Castellanos M., Dayal U., Sayal M., Shan M., (2004) Business Process Intelligence, *Computers in Industry*, Volume 53, p. 321-343.
- Gruber T., R., (1993) A translation approach to portable ontology specifications, *Knowledge Acquisition*, volume 5, p. 199-220.
- Gruber T., Tenenbaum M.J., , Weber J.C., (1992) Toward a Knowledge Medium for Collaborative Product Development, *Actes de la conference "Artificial Intelligence in Design '92"*, actes publiés chez Kluwer Academic Publishers, p. 413-432.
- Gruninger, M., and Fox, M.S. (1995) "Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies", *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95*, Montreal.
- Gruninger, M., Atefi, K., and Fox, M.S., (2000) "Ontologies to Support Process Integration in Enterprise Engineering", *Computational and Mathematical Organization Theory*, Volume 6, n°4, p. 381-394.
- Guide, V. D. R., et Van Wassenhove L. N., (2002) The reverse Supply Chain. *Harvard Business Review*, 80(2), p. 25-26.
- Guillén G., Badell M., Espuña E., Puigjaner L., (2006) Simultaneous optimization of process operations and financial decisions to enhance the integrated planning/scheduling of chemical supply chains, *Computers & Chemical Engineering*, Volume 30, Issue 3, 15 January 2006, p. 421-436.

- Gul F., (2001) "Free cash flow, debt monitoring and managers lifo/fifo policy choice". *Journal of Corporate Finance*, Volume 7(4), p. 475-492.
- Gunasekaran A., Sarhadi M., (1998) Implementation of ABC in manufacturing, *International Journal of Production Economics*, Volume 56-57, p. 231-242.
- Gunasekaran A., Williams J., McGaughey R.E., (2005) Performance measurement and costing system in new enterprise, *Technovation*, Volume 25, p. 523-533.
- Gupta A., (2001) A four-faceted Knowledge Based Approach to surmounting borders, *Journal of knowledge management*, Volume 5, Issue 4, p. 291-299.
- Gupta G., Galloway K., (2004) ABC management and its implication for operations management, *Technovation*, Volume 23(2), p. 934-941.
- Hammer M., Champy J., (1993) *Reengineering the Corporation : A Manifest for Business Revolution*, 1st ed., Harper Business, New York.
- Hammori M., Herbst J., Kleiner N., (2006) Interactive workflow mining—requirements, concepts and implementation., *Data & Knowledge Engineering*, Volume 56, p. 41-63.
- Handfield R, Krause D., (1999) Think globally, source locally. *Supply Chain Management Review*, Volume 3, p. 36-49.
- Handfield R.B. and Nichols E.L., (1999) *Introduction to Supply Chain Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- Handfield R.B., Bechtel C., (2002) The role of trust and relationship structure in improving Supply Chain responsiveness, *Industrial Marketing Management* Volume 31, p. 367-382.
- Harland C. M., (1996) *Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks*, Volume 7, Issue s1, p. S63.
- Heeramum K., (2003) *Création et captation de la valeur dans la Supply-Chain : Développement d'un outil d'aide à la décision*. Thèse de Doctorat, CRET-LOG, Université Aix Marseille II, Université de la Méditerranée.
- Hendricks K.B., Singhal V., R., (2003) The effect of supply chain glitches on shareholder wealth *Journal of Operations Management*, Volume 21, p. 501-522.
- Heskett J., (1977) Logistics : Essential to Strategy, *Harvard Business Review*, nov-dec.,
- Heskett J.L., (1973) Sweeping changes in distribution, *Harvard Business Review*, Vol 51 n°2 p. 123-133.
- Hinderer K., Waldmann K., (2001) Cash management in a randomly varying environment, *European Journal of Operational Research*., Volume 130, Issue 3, p. 468-485.
- Hines P., (1993) Integrated materials management : the value chain redefined, *International journal of logistics management*, Volume 4 (1), p. 13-22.
- Hodder, J.E., Dincer, M.C., (1986) A multifactor model for international plant location and financing under uncertainty. *Computers and Operations Research*, Volume 13 (5), p.601-609.
- Hoekstra S., Romme J., (1992) *Integral Logistics Structures: Developing Customer Oriented Goods Flow*, McGraw-Hill, London.
- Hofmann C., (2000) Supplier's pricing policy in a Just-in-Time environment, *Computers and Operations Research*, Volume 27, p. 1357-1373
- Holland C.P., Shaw D.R., Kawalek P., (2005) BP's multi-enterprise asset management system, *Information and Software Technology*, Volume 47, p. 999-1007.
- Holweg M., Disney S., Holmström J., Småros J., (2005) Supply Chain Collaboration:: Making Sense of the Strategy Continuum., *European Management Journal*, Volume 23, Issue 2, p. 170-181
- Hombourg C., (2004) Improving ABC heuristics by higher-level cost drivers, *European Journal of Operational Research*, Volume 157(2), p. 332-343.
- Hongwei D., Benyoucef L., Xie X., (2005) A modelling and simulation framework for supply chain design, *Supply Chain Optimisation*, sous la direction de A.Dolgui, J. Soldek et O. Zaikin, Springer, 2005.
- Howe K., (1988) Against the quantitative/qualitative incompatibility thesis or dogmas die hard, *Educational Researches* n°17, p.10-16.

- Hsu L.F., Tapiero C.S., Lin C., (1993) Network of queues modelling in flexible manufacturing systems : a survey. *Recherche Operationnelle* Volume 27, p.201-248.
- Huber, G.P., (1991). Organizational learning : the contributing processes and the literatures. *Organization Science* 2 (1), p.88-115.
- Hult G., Tomas M., Hurley R.F., Giunipero L.C., Nichols E.L., (2000) Organizational learning in global purchasing: a model and test of internal users and corporate buyers. *Decision Science* Vol.31, p.293-325.
- Hult, G.T.M., Ketchen Jr., D.J., Slater, S.F., (2004) Information processing, knowledge development, and strategic supply chain performance. *Academy of Management Journal* volume 47 (2), p.241-253.
- Hurtubise S, Olivier C., Gharbi A., (2004) Planning tools for managing the supply chain, *Computers Industrial Engineering*, Volume 46, Issue 4, p. 763-779.
- IDEF (2006) www.idef.com
- IDS-SCHEER (2006) www.ids-scheer.fr
- Inderfurth K., Schefer R., (1996) Analysis of order-up-to-S inventory policies under cash flow market value maximization, *International Journal of Production Economics*, Volume 46, p. 323-338.
- Ireland R., Bruce R., (2000) CPFR only the beginning of collaboration, *Supply Chain Management Review*, Volume 4, n°4, p80-88.
- ISO 14258, (2004) Concepts and rules for enterprise models.
- ISO 15704, (2004) Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies.
- ISO CD 15531-31(2004) Resource usage management.
- Jakovljevic J.P., (2004) Glossary of Enterprise Application Technology, www.technologyevaluation.com
- Jarke M., Jeusfeld M.A., Peters P., Pohl K., (1997) Coordinating distributed organizational knowledge., *Data & Knowledge Engineering*, Volume 23, p. 247-268.
- Jensen M.C. et Meckling W.H., (1976) "Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure", *Journal of Financial Economics* 3(4), p. 305-360.
- Jeong B., Sim S-B., Jeong H-S., Kim W-S., (2002) An available-to-promise system for TFT LCD manufacturing in supply chain, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 43, Issues 1-2, p. 191-212.
- Jiao J, You X.,Kumar A., (2006) An agent-based framework for collaborative negotiation in the global manufacturing supply chain network, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Volume 22, Issue 3, p. 239-255.
- Johnson H.T., (1988) Activity Based Information: a blueprint for world class management accounting, *Management Accounting (Version US)*, p. 23-30.
- Johnson H.T., (1992) *Relevance Regained ; from top down control to bottom-up empowerment*, New York, the free press.
- Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 10, Issue 6, November 2004, p. 269-281.
- Kaihara T., (2003) Multi-agent based supply chain modelling with dynamic environment., *International Journal of Production Economics*, Volume 85, Issue 2, p. 263-269.
- Kaplan R., Norton D., (1992) The Balanced Scorecard, measures that drives performance, *Harvard Business Review*, Volume 70, Issue 1, p .71-79.
- Kaplan R., Norton D., (1993) Putting the Balanced Scorecard to work, *Harvard Business Review*, Volume 71, Issue 5, p. 53-79.
- Kaplan R., Norton D., (1996) *Le tableau de bord prospectif - Pilotage stratégique, les 4 axes du succès*, édition Française, Les éditions d'Organisation, Paris.
- Kbsi, (2006) www.kbsi.com
- Kearney A.T., (1994) *Management approach to Supply Chain Integration*, Rapport aux membres de l'équipe de recherche , A.T. Kearney, Chicago.
- Kelle P., Akbulut A., (2005) The role of ERP tools in supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization, *International Journal of Production Economics*, Volumes 93-94, p. 41-52.

- Kelle P., Al-khateeb F., Miller P.A., (2003) Partnership and negotiation support by joint optimal ordering/setup policies for JIT , *International Journal of Production Economics*, Volumes 81-82, 11, p.431-441.
- Kellert P., (1992) Définition et mise en oeuvre d'une méthodologie de modélisation orientée objets pour la modélisation de systèmes de production, *Congrès INFORSID*, Clermont-Ferrand, p. 415-436.
- Kim T., Lee S., Kim K., Kim C., (2006), A modelling framework for agile and interoperable virtual enterprises *Computers in Industry*, Volume 57, Issue 3, p. 204-217.
- Kindler E., (2006) On the semantics of EPCs: Resolving the vicious circle, *Data & Knowledge Engineering* volume 56, p. 23-40.
- Klint P., Verhoef C., (2002) Enabling the creation of knowledge about software assets, *Data & Knowledge Engineering*, Volume 41, Issues 2-3, p.141-158.
- Kopczak, L.R., 1997. Logistics partnership and Supply Chain restructuring: survey results from the US computer industry. *Production and Operations Management* 6 (3), p. 226 247.
- Kosanke K., Vernadat F., Zelm M., (1999) CIMOSA: enterprise engineering and integration, *Computers in Industry*, Volume 40, Issues 2-3, p. 83-97.
- Kuhn T., (1983). *La structure des révolutions scientifiques.*, Paris., Flammarion.
- Kulmala H.I., Paranko J., Uusi-Rauva E., (2002) The role of cost management in network relationships, *International Journal of Production Economics*, Volume 79, p.33-43.
- La Londe B.J., Ginter L.J., (2000) Activity Based Costing Best Practices 1999, The Supply Chain Management Research Group, rapport technique, Université de l'Ohio, US.
- La Londe B.J., Pohlen T. L., (1996) Issues in Supply Chain Costing, *The International Journal of Logistics Management*, Volume 7, Number 1, p.1-12.
- Lacomme P., (1998) Optimisation des systèmes de production : methods stochastiques et approches multi-agents, Thèse d'université, Clermont Ferrand.
- Lagrange S., Fénies P., (2006) Une modélisation de l'impact du franchisage des points de vente sur la supply chain du franchiseur, accepté in 8e Colloque Etienne THIL, 29 et 30 septembre 2005, La Rochelle.
- Lambert D.M., Burduroglu R., (2000) Measuring and Selling the Value of Logistics, *The International Journal of Logistics Management*, Volume 11, Issue 1.
- Lambert D., Cooper M., Pagh J., (1998) Supply Chain Management : implementation, issues and research opportunities, *the international journal of logistics management*, volume 9, n°2, p.1-19).
- Lambert D., Emmelhainz M.A., Gardner J.T., (1996) "Developing and implementing Supply Chain Partnerships", *The international Journal of Logistics Management*, Vol.7, n°2 p.1-17.
- Lamothe J., Hadj-Hamou K., Aldanondo M., (2006) An optimization model for selecting a product family and designing its supply chain , *European Journal of Operational Research*, Volume 169, Issue 3, 16 March 2006, p. 1030-1047
- Lanner G., (2006) "Witness simulation suite", www.lanner.com
- Lanzola G., Gatti L., Falasconi S., Stefanelli M., (1999) "A framework for building cooperative software agents in medical application", *Artificial Intelligence in Medicine*, Vol. 16, Issue 3, p. 223-249.
- Lapide L., (2000) What about Measuring Supply Chain performance ? *AMR research* –Lapide, ascet.com.
- Lauras Matthieu, (2004) Méthode de diagnostic et d'évaluation de performance pour la gestion de la chaîne logistique : application à la coopération maison mère-filiale d'un grand groupe international pharmaceutique et cosmétique, thèse de doctorat, Centre de Génie Industriel de Ecole des Mines d'Albi-Carmaux.
- Le Moigne J.L., (1977) *La théorie du système général, théorie de la modélisation*, Presses Universitaires de France.
- Le Moigne J.L., (1990) *La modélisation des systèmes complexes* », Afcet-systèmes, Dunod.
- Le Moigne J.L., (1995) *Les épistémologies constructivistes*, Collection Que Sais-je, PUF.
- Lea B., R., Fredendal L., (2002) The impact of management accounting, product structure, product mix algorithm, and planning horizon on manufacturing performance, *International Journal of Production Economics*, Volume 79(3), p. 279-299.

- Lebas M., (1991) "Comptabilité analytique basée sur les activités, analyse et gestion des activités", *Revue Française de Comptabilité*, Volume 226, p. 47-63.
- Lebas M., (1994) L'ABM ou le management Basé sur les activités. *Revue Française de Comptabilité*, Volume 258, p. 45-51.
- Lebas M., (1996) Comptabilité de gestion et cessions interunités : étude de pratiques de 9 groupes industriels européens, *Revue Française de Comptabilité*, n°276, mars 1996, p.55-62.
- Lee H.L., Billington C., (1993) Material Management in decentralized Supply Chain, *Operation Research*, 41(5), p. 835-847.
- Lee, H.L., Ng, S.M., (1997). Introduction to the special issue on global supply chain management. *Production and Operations Management* 6 (3), 191-192.
- Lee H.L., Padmanabhan V., Whang S., (1997) Information distortion in a Supply Chain: the bullwhip effect, *Management Science* 43 (4), p. 546-558.
- Lefley F., (1996) Payback method of investment appraisal: A review and synthesis, *International Journal of Production Economics* 44 (3), p. 207-224.
- Lenz R., Kuhn K.A., (2004) "Towards a continuous evolution and adaptation of information system in healthcare", *International Journal of Medical Informatics*, Volume 73, Issue 1, p. 75-89.
- Li B., Collins J., Su R.K., (2001) Supply Chain Costing: an activity-based perspective, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Volume 31, Issue 10, p.702-123.
- Li H., Williams T., (1997) Some extensions to the Purdue Enterprise Reference Architecture (PERA): Explaining the Purdue architecture and the Purdue methodology using the axioms of engineering design, *Computers in Industry*, Volume 34, Issue 3, p. 247-259.
- Li H., Williams T., J., (2000).,The interconnected chain of enterprises as presented by the Purdue Enterprise Reference Architecture., *Computers in Industry*, Volume 42, Issues 2-3, p. 265-274.
- Lièvre P., Tchernev N., (2004) *La logistique entre Management et Optimisation*, Hermes Lavoisier.
- Liker J., Wu Y-C., (2000), Japanese automakers, U.S. suppliers and Supply Chain superiority. *Sloan Management Review*, Volume 42, p.81-93.
- Linn R., Zhang W., (1999) Hybrid flowshop scheduling : a survey, *Computers and Industrial Engineering*, Volume 37, p. 57-61.
- Lissandre M., (1990) *Maîtriser SADT*, Armand Colin.
- Liston P., Byrne P.J., Heavey C., (2006) An evaluation of simulation to support contract costing ? *Computers and Operations Research*, In Press, Corrected Proof, Available online 28 February 2006.
- Lockamy A., Smith W.I., (2000) Target Costing for Supply Chain Management: criteria and selection, *Industrial Management and Data Systems*, Volume 100, n°5, p. 210-218.
- Lohman C., Fortuin L., Wouters M., (2004) Designing a performance measurement system: A case study, *European Journal of Operational Research*, Volume 156, p. 267-286.
- Lorino P. (1995) *Comptes et récits de la performance, Essai sur le pilotage de l'entreprise*, Les éditions d'organisations.
- Lorino P., (1997) *Méthodes et pratiques de la performance*, Ed. d'organisation, Paris.
- Lorino P., (2001) La performance et ses indicateurs. Eléments de définition. In *Indicateurs de performance*, sous la direction de Chantal Bonnefous et Alain Courtois, Productique – Hermes, Paris.
- Lorino P., (2001). *Méthodes et pratiques de la performance, le pilotage par les processus et les compétences*, Ed. d'organisation, Paris.
- Lorino Ph et Tarondeau J.C., (1998) De la stratégie aux processus stratégiques, *Revue Française de Gestion*, n°117, p. 5-17.
- Luc D., Rondeau A., (2002) La restructuration par programmes-clientèles à l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont : une étude diachronique de cette transformation. *Gestion, Revue Internationale de gestion*, Volume. 27 (3), automne.
- Lysons K., Gillingham M., (2003) *Purchasing and Supply Chain Management*, 6e edition, Prentice Hall.

- Madhusudan T., Zhao L.J., Marshall B., (2004) A case-based reasoning framework for workflow model management, *Data & Knowledge, Engineering* Volume 50, p. 87-115.
- Mansouri S.A., (2006) A simulated annealing approach to a bi-criteria sequencing problem in a two-stage supply chain.
- March S.T., and .Hevner A., (2005) Integrated decision support systems: A data warehousing perspective, *Decision Support Systems*, In Press, Corrected Proof, Available online 20 July 2005.
- Marmuse C., (1997) Performance, in Joffre P., et Simon Y., (sous la direction), *Encyclopédie de Gestion, Economica*, Paris, 2ème édition.
- Mason-Jones R., Towill R.D., (1999) Using the Information Decoupling Point to Improve Supply Chain Performance, *The International Journal of Logistics Management*; Volume: 10 (2).
- May J.H., Spangler W.E., Wendell R., (1991) A knowledge-based approach for improving information and decision making in a small business , *Information & Management*, Volume 21, Issue 3 , October 1991, p. 177-189.
- Mayer R., (1991) Wholistic design, engineering and manufacture, Texas A&M University, College station, Texas, (USA).
- McCarthy I., Menicou M., (2002) A classification schema of manufacturing decisions for the GRAI enterprise modelling technique, *Computers in Industry*, Volume 47, Issue 3, p. 339-355.
- Mehafdi M., (2002) Transfer pricing in Supply Chains : an exercise in Internal Marketing and Cost Management, in *Cost management in Supply Chains*, Seuring S. et Goldbach M. editors, Springer Physica- Verlag, p.15-30.
- Mendling J., Moser M., Neumann G., Verbeek H.M.W., van Dongen B.F., and van der Aalst W.M.P., (2006) A Quantitative Analysis of Faulty EPCs in the SAP Reference Model. BPM Center Report BPM-06-08, BPMcenter.org.
- Mentzer J.T., DeWitt, W., Keebler J.S, Min S (2001) Defining Supply Chain Management, *Journal of business logistics*, Volume 22, n°2, p.11-23.
- Mertins K., Jochem R., (2005) Architectures, methods and tools for enterprise engineering, *International Journal of Production Economics*, Volume 98, p.179-188.
- Meso P., Madey G., Troutt M.D., Liegle J., (2006), The knowledge management efficacy of matching information systems development methodologies with application characteristics - an experimental study. *The Journal of Systems and Software*, Volume 79, p.15-28.
- Mevellec P., (1990) La comptabilité à base d'activités : une étude comparée. *Revue Française de Comptabilité* (octobre).
- Mevellec P., (2003) Cost system design : a comparative study, 6th manufacturing accounting research conference, may, 2003, University of Twente, the Netherlands.
- Meyssonier F., (2001) Le target costing : un état de l'art., *Actes du congrès de l'association française de comptabilité*, Mai, Metz.
- Miller M.H., Orr R., (1966) A model of the demand of money for firms, *The Quarterly journal of economics*, Vol 80 (3), p. 413-435.
- Min H., Zhou G., (2002) Supply Chain Modeling : past, present and futur, *Computer & Industrial Engineering*, n° 43, p. 231-243
- Mintzberg H., (1994) *Grandeur et decadence de la planification stratégique*, Paris, Dunod.
- Mo J, Qi L., Wei Z., (2005) A manufacturing supply chain optimization model for distilling process, *Applied Mathematics and Computation*, Volume 171, Issue 1, 1 December 2005, p. 464-485.
- Moon C., and Seo Y., (2005) Evolutionary algorithm for advanced process planning and scheduling in a multi-plant *Computers & Industrial Engineering*, Volume 48, Issue 2, p.311-325.
- Morana J., (2002) Le couplage supply chain management - tableau de bord logistique : une approche exploratoire, thèse d'université, Aix en Provence.
- Morel G., Panetto H., Zaremba M., and Mayer F., (2003) Manufacturing Enterprise Control and Management System Engineering: paradigms and open issues *Annual Reviews in Control*, Volume 27, Issue 2 , p. 199-209

- Morel G., Panetto H., Zaremba M., Mayer F., (2003) Manufacturing Enterprise Control and Management System Engineering: paradigms and open issues, *Annual Reviews in Control*, Volume 27, p.199-209.
- Moreno L., Aguilar R.M., Pineiro J.D., Estevez J.F., Sigut J.F., Gonzales C., (2001) "Using KADS methodology in a simulation assisted knowledge based system : application to hospital management", *Expert System with Applications*, Volume 20, Issue 3, p. 235-249.
- Morfaux L.M., (1980) *Vocabulaire de la philosophie et des sciences humaines.*, Paris, A. Colin.
- Mougin Y. (2002). *La cartographie des processus*, Ed. d'Organisation, Paris.
- Nanni A., Dixon J., Vollmann T., (1992) Integrated performance measurement : management accounting to support the new manufacturing realities, *Journal of Management Accounting Research*, Volume 4, p. 1-19.
- Naylor B.J., Naim M., and Berry D., (1999) Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, Volume 62, Issues 1-2, p. 107-118.
- Nerson J.M., (1992) Applying Object Oriented Analysis and Design. *Communication of the ACM - Special Issue on Analysis and Modelling Software Developpement*, Volume 35, issue 9, p. 63-74.
- New S.J., Payne P., (1995) Research frameworks in logistics : three models, seven dinners and a survey. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Volume 25 (10), p. 60-77.
- New, S.J. (1996) A framework for analysing Supply Chain improvement. *International*
- Noran O., (2003) An analysis of the Zachman framework for enterprise architecture from the GERAM perspective, *Annual Reviews in Control*, Volume 27, Issue 2, p. 163-183.
- Noran O., (2005) A systematic evaluation of the C4ISR AF using ISO15704 Annex A (GERAM), *Computers in Industry*, Volume 56, Issue 5, p. 407-427.
- Norre S., (2005) *Heuristiques et Métaheuristiques pour la résolution de problèmes d'optimisation combinatoire dans les systèmes de production. Habilitation à Diriger des Recherches*, Montluçon.
- Object Management Group, (2006), www.omg.org
- Olhager J., (2003) Strategic positioning of the order penetration point, *International Journal of Production Economics*, Volume 85, Issue 3, p.319-329
- Olin J.G., Greis N. P., Kasarda J. D., (1999) Knowledge Management Across Multi-tier Enterprises: The Promise of Intelligent Software in the Auto Industry ; *European Management Journal*, Volume 17, n° 4, p. 335-347.
- Oliver R.K., Webber M.D., (1982) Supply Chain management: Logistics catches up with strategy, *Reédition de Outlook 1982 dans Christopher M., (Ed), Logistics, the strategic Issues*, London, p.63-75.
- Ören T. and Zeigler B., (1979) Concepts for advanced simulation methodologies, *Simulation*, March, p. 69-82.
- Ortiz A., Lario F., Ros L., (1999) Enterprise Integration-Business Processes Integrated Management: a proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs *Computers in Industry*, Volume 40, p. 155–171.
- Ouzizi L., (2005) *Planification de la production paco-décision et négociation de l'entreprise virtuelle*, Thèse de doctorat, Université de Metz.
- Ozbayrak M., Akgun M., Turker A.K., (2004) ABC estimation in a Push/Pull advanced manufacturing system, *International Journal of Production Economics*, Vol 87(1), p. 49-65.
- Özdemir D., Yücesan E., Herer Y., (2005) Multi-location transshipment problem with capacitated transportation, *European Journal of Operational Research*, In Press, Corrected Proof, Available online 16 August 2005.
- Paché G. et Morana J., (2003) Des indicateurs de gestion pour faciliter la connaissance et la diffusion du projet logistique, *Revue Française de Gestion*, Volume 29, n° 147, p. 185- 198.
- Paché, G. & Sauvage, T., (1990) *La logistique : enjeux stratégiques*, Ed. Vuibert, Paris,
- Papazoglou M.P., Ribbers P., Tsalgatidou A., (2000) Integrated value chains and their implications from a business and technology standpoint, *Decision Support Systems* 29, p. 323-342.
- Park C.C., Kim G.T., (1995) An economic evaluation model for advanced manufacturing system using activity-based costing. *Journal of Manufacturing Systems* Volume 14 (6), p. 439-451.

- Payne T., Peters M., (2004) What is the right Supply Chain for your product ? the international journal of logistics and Management , Volume 15 (2), p.77-92
- Pesqueux Y., (2004) La performance globale, 5ème forum sur la performance globale de l'entreprise, Tunis, Decembre 2004.
- Philippi S., (2006) Automatic code generation from high-level Petri-Nets for model driven systems engineering Journal of Systems and Software, In Press, Corrected Proof, Available online 7 February 2006.
- Piget P., (1998) La comptabilité à base d'activités : principes généraux et application, Direction et Gestion des entreprises, Volumes 169-170, p.23-31.
- Pimor Y., (2001) Logistique : techniques et mise en oeuvre, Série Gestion Industrielle, 2ème édition Dunod.
- Pirard Florence, (2005) Une démarche hybride d'aide à la décision pour la reconfiguration et la planification stratégique des réseaux logistiques des entreprises multi-sites, Thèse de Doctorat, FUCAM, Mons.
- Pirttilä T., Hautaniemi P., (1995) Activity-based costing and distribution logistics management, International Journal of Production Economics 41, p. 327-333.
- Ploos van Amstel R., D'hert G., (1996), Performance indicators in Distribution, The international Journal of Logistic Management, Volume 7, Issue 1, p. 73-82.
- Poirier C.C, Reiter S.E., (1996) Supply Chain Optimization : Building the strongest total business network, Berret-Koehler Publishers, Inc., San Francisco.
- Poler R., Lario F., Doumeingts G., (2002), Dynamic modelling of Decision Systems (DMDS), Computers in Industry, Volume 49, Issue 2, p. 175-193.
- Porter M.,(1986) L'avantage concurrentiel, Paris, Inter-editions.
- Poulin D., Montreuil B., Gauvin S., (1994) L'entreprise réseau, Montréal, Publi-Relais.
- Power D., (2005) Supply Chain management integration and implementation: a literature review, Supply Chain Management : An International Journal. Volume 10 (4), p. 252–263.
- Premachandra J., (2003) "A diffusion approximation model for managing cash in firms: an alternative approach to the Miller Orr Model", European Journal of Operational Research, Volume 28 (5), p. 443-452.
- Pritsker A.A.B., (1986) Introduction to simulation and SLAM II, West Lafayette, Indiana, Halsted Press, New York.
- Raghu T.Z, Vinze R., (2005) A business process context for Knowledge Management., accepté pour publication à Decision Support Systems.
- Rakotondranaivo A., Grandhay J-P., (2004) "Modélisation et optimisation des processus dans les organisations hospitalières en réseau : concepts et étude de cas en oncologie", Actes des 2ème conférence francophone en Gestion et Ingénierie de Systèmes Hospitaliers (GISEH), 9-11 septembre 2004, Mons (Belgique).
- Rasmussen R., Savory P., Williams R., (1999) Integrating simulation with activity-based management to evaluate manufacturing cell part sequencing, Computers & Industrial Engineering, Volume 37, Issue 4, 1 December, p. 757-768.
- Ravia V., Shankara R., Tiwari M.K., (2005) Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach, Computers & Industrial Engineering, Volume 48, p.327-356.
- Reix R., (2002) Système d'information et management des organisations, 4ème édition, Vuibert.
- Reyneri C., (1999) Operational building blocks for business process modelling, Computers in Industry, Volume 40, p.115-123.
- Richey G. R., Chen H., Genchev S.E, Daugherty P. J., (2005) Developing effective reverse logistics programs, Industrial Marketing Management 34, p. 830-840.
- Rink D., Roden D., Fox H.,(1999) "Financial management and planning with the product life concept", Business Horizon, Volume 42, Issue 5, p. 65-72.
- Roboam M., Zanettin M., Pu L.,(1989) GRAI-IDEF0-Merise (GIM): Integrated methodology to analyse and design manufacturing systems, Computer Integrated Manufacturing Systems, Volume 2, Issue 2, May 1989, p. 82-98.
- Rockwell Automation (2006), Arena Professional, www.arenasimulation.com

- Rogers, D. S., et Tibben-Lembke, R. S., (1999). *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council Press.
- Rokkan A.I., and Buvik A., (2003) Inter-firm cooperation and the problem of free riding behavior: an empirical study of voluntary retail chains *Journal of Purchasing and Supply Management* Volume 9, Issues 5-6, p. 247-256.
- Romeijn R., Shu J., Teo C.P., (2006) Designing two-echelon supply networks *European Journal of Operational Research*, In Press, Corrected Proof, Available online 17 April 2006.
- Romeyer C., (2001) *Système d'information fondé sur une traçabilité des activités : intérêt et difficultés de mise en œuvre dans les hôpitaux*, Thèse de Doctorat, CRET-LOG, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II.
- Ross D. T., Schuman D. T., (1977) Structured Analysis for Requirements Definition. *IEEE Trans. on Software Engineering*, SE-3(1), p. 16-34, January.
- Rossetti M.D., Selandari F., (2001) "Multi-objective analysis of hospital delivery systems", *Computers and Industrial Engineering*, Volume 41, Issue 3, 2001, p. 309-333.
- Rota K., Thierry C., et Bel. G., (2002) Chaînes logistiques intégrées : aide à la décision pour les entreprises sous traitantes. *Revue Internationale de génie industriel*.
- Rota-Frantz K., Thierry C., Bel G., (2001) Gestion des flux dans les chaînes logistiques (Supply Chain Management), chapitre 5 de l'ouvrage dirigé par P.Burlat et J-P Campagne " Performance industrielle et gestion des flux", IC2 Productique, Ed. Hermès-Lavoisier.
- Ruch S., (1994) *Un environnement de modélisation multi-domaine des systèmes à flux discret*, Doctorat d'Université Clermont-Ferrand.
- Rumbaugh J., Blaha M., Premerlani W., Eddy F., Lorensen W., (1996) *Modélisation et conception orientée objets*, Tome 1, Edition Française Revue et Augmentée, Masson.
- Russell N., van der Aalst W.M.P., ter Hofstede A.H.M., Wohed P., (2006) On the Suitability of UML 2.0 Activity Diagrams for Business Process Modelling. *BPM Center Report BPM-06-03*, BPMcenter.org
- Saada M., Jones M., James P., (2002) A review of the progress towards the adoption of Supply Chain management (SCM) relationships in construction, *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8, p.173-183.
- Salafatinos C., (1996) Modelling resource supply and demand: Expanding the utility of ABC, *International Journal of Production Economics*, Volume 44, p. 177-187.
- Salameh M., Abboud N., Elkassar A., Ghattas R., (2003) Continuous review inventory model with delay in payment, *International Journal of Production Economics*, Volume 85, Issue 1, p. 91-95.
- Samii A.K., (2001) *Stratégies logistiques - Fondements, méthodes, applications*. 2ème ed, Dunod, Paris.
- Sampieri N., (2000) *Contribution à l'analyse de la logistique hospitalière : proposition d'une typologie des pratiques logistiques des hôpitaux publics français à partir d'une étude empirique*, Thèse de Doctorat, Cret-log, Université de la Méditerranée Aix Marseille II.
- Santarek K., Buseif I.M., (1998) Modelling and design of flexible manufacturing systems using SADT and Petri nets tools, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 76, Issues 1-3, Avril 1998, p. 212-218.
- Sarramia D., (2002) *ASCI-mi : une méthodologie de modélisation multiple et incrémentielle : application aux systèmes de trafic urbain.*, Thèse de doctorat, LIMOS, Université Blaise Pascal.
- Savall H., Zardet V., (1992) *Le nouveau contrôle de gestion. Méthode des coûts-performances cachés*, Ed. Malesherbes, Eyrolles.
- Scheer A.W., (2002) *ARIS – Des processus de gestion au système intégré d'applications*, Springer, Heidelberg, 2002.
- Scheer. A.W., (1998) Aris. In P. Bernus, K. Mertins, and G. Schmidt, editors, *Handbook on Architectures of Information Systems*, chapter 24, p. 541-565, Springer-Verlag.
- Schneeweiss C., (2003) Distributed decision making—a unified approach., *European Journal of Operational Research*, Volume 150, Issue 2, 16, p. 237-252.
- Schneeweiss Ch., (1998) On the applicability of activity based costing as a planning instrument, *International Journal of Production Economics*, Volume 54(3), p.277-284.

- Schumann A., (1997) SAP-R/3 in process industries: expectations, experiences and outlooks *ISA Transactions*, Volume 36, Issue 3, p. 161-166
- Seal W., Cullen J., Dunlop A., Berry T., Mirghani A., (1999) Enacting a European Supply chain : a case study on the role of management accounting, *Management Accounting Research*, Volume 10, p.303-322.
- Segal L., (1986) *the dream of reality*", New York Norton., 1986.
- Selk B., Kloeckner S., Albani A., (2006) Enabling Interoperability of Networked Enterprises Through an Integrative Information System Architecture for CRM and SCM, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin / Heidelberg, Volume 3812, p.305- 316.
- Selk B., Turowski K., and Winnewisser, (2004) Information system design for demand driven network - integrating CRM &SCM, 4e Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS 2004), Université de Madeira, Espagne.
- Selvarajah E., Steiner G., (2006) Batch scheduling in a two-level supply chain—a focus on the supplier , *European Journal of Operational Research*, Volume 173, Issue 1, 16, p. 226-240.
- Sénéchal O., Tahon C., (1998) A methodology for integrating economic criteria in design and production management decision, *International Journal of Production Economics*, Volume 56-57, p.557-574.
- Serel D., Dada M., and Moskowitz H., (2001) Sourcing decisions with capacity reservation contracts, *European Journal of Operational Research*, Volume 131, Issue 3, p. 635-648.
- Seshasai S., Gupta A., Kumar A., (2005) An integrated and collaborative framework for business design: A knowledge engineering approach, *Data & Knowledge Engineering*, Volume 52, p. 157–179.
- Seuring S., (1999), Opportunities through Cost Management : The Example of the Supply Chain for eco-products in the apparel industry, Version anglaise, résumée, *Umwelwirtschftsforum.*, Volume 7, Issue 4, p. 18-23.
- Seuring S., (2001) *Supply Chain Costing - Kostenmanagement in der Werschöpfungskette mit Target Costing und Prozesskostenrechnung*, Verlag Franz Valhen, München.
- Seuring S., (2002) *Supply Chain Costing- A conceptual framework*, in *Cost Management in Supply Chains*, Seuring S. et Goldbach M. editors, Springer Physica- Verlag, p.15-30.
- Shannon C.E.,(1948) A mathematical theory of communication, *Bell System Technical Journal*, Volume 27, p. 379-423 and 623-656, July and October.
- Shapiro J., (1999) On the connections among activity-based costing and operational research, *European Journal of Operational Research*, Volume 118(2), 295-314.
- Shapiro J., (2001) *Modeling the Supply Chain* Duxbury Thomson Learning 2001.
- Shapiro R., Heskett J.L., (1985) *Logistics strategy*, West Publishing.
- Simatupang T.M., et Sridharan R., (2005) An integrative framework for Supply Chain collaboration, *The International Jopurnal of Logistics Management*, Volume 16, n°2, p. 257-274.
- Slats P. A., Bhola B., Evers J., Dijkhuize G., (1995) *Logistic Chain Modelling* *Journal of Operational Research*, Volume 87, p.1-20.
- Smirnov A., Pashkin M., Chilov N., Levashova T. (2004), Knowledge logistics in information grid environment, *Future Generation Computer Systems*, Volume 20, Issue 1, 15, p. 61-79.
- Solte D., Stegmann R., (2000) Federated management of distributed data and services, *Computers in Industry*, Volume 43, Issue 3, December 2000, p. 203-210.
- Spedding T.A., Sun G.Q., (1999) Application of discrete event simulation to the activity based costing of manufacturing systems, *International Journal of Production Economics*, Volume 58, p. 289-301.
- Stadtler H., (2005) Supply chain management and advanced planning—basics, overview and challenges, *European Journal of Operational Research*, Volume 163, Issue 3, p. 575-588.
- Stadtler H., Kilger C., (2001) *SCM, An overview in Supply Chain Management and Advanced Planning*, Springer
- Steger-Jensen K., Svensson C., (2004) Issues of mass customisation and supporting IT-solutions, *Computers in Industry*, Volume 54, Issue 1, May 2004, p. 83-103.

- Stevens G.C., (1989) Integrating the Supply Chain, *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, Volume 19, n°8.
- Stump R.L., Heide J.B., (1996) Controlling supplier opportunism in industrial relationships, *Journal of Marketing Research*, Volume 33 p.411– 431.
- Sundarraaj R. P., Talluri S., (2003) A multi-period optimization model for the procurement of component-based enterprise information technologies *European Journal of Operational Research*, Volume 146, Issue 2, p. 339-351.
- Supply Chain Council. (2006) Supply Chain Operation Reference Model, www.SupplyChain.org.
- Syi Su ScD., Chung Liang Shih M.D., (2002) "Resource Reallocation in an Emergency Medical Service System Using Computer Simulation", *American Journal of Emergency Medicine*, Volume 20, Issue 7, November 2002, p. 627-634.
- Tah J. H. M., Carr V., (2001) Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain, *Advances in Engineering Software*, Volume 32, Issues 10-11, p. 835-846.
- Takakuwa, S., (1997) The use of simulation in activity-based costing for flexible manufacturing systems. *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*, December 7-10, Atlanta, GA, (USA), p. 793-800.
- Tan K.C., Kannan V.R., Handfield R.B., 1998. Supply chain management: supplier performance and firm performance. *International Journal of Purchasing and Material Management* 34 (3), 219.
- Tan K.C., (2001) A framework of Supply Chain management literature, *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7, p39-48.
- Tarondeau, J.-C. (1998) *Le management des savoirs*. Paris, Collection Que-sais-je ?, PUF.
- Tashakkori A., Teddi C., (1998) *Mixed methodology - Combining qualitative and quantitative approaches*, Sage Publications, Thousand Oaks, Canada.
- Tchernev N., (1997) *La modélisation du processus logistique dans les systèmes flexibles de production*. Thèse de Doctorat en informatique, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 1997.
- Tchernev N., (2004) *Intégration des problèmes de gestion lors de la modélisation et l'optimisation de la chaîne logistique*, *La logistique entre Management et Optimisation*, Lièvre P., et Tchernev N. Eds, Hermes Lavoisier, p.24-33.
- Terzia S., Cavalieri S., (2004) Simulation in the Supply Chain context: a survey, *Computers in Industry* 53, p. 3-16.
- Tham, D., Fox, M.S., and Gruninger, M., (1994) "A Cost Ontology for Enterprise Modelling", *Proceedings of the Third Workshop on Enabling Technologies - Infrastructures for Collaborative Enterprises*, West Virginia University.
- Tham, K.D., (1999) "Representation and Reasoning About Costs Using Enterprise Models and ABC", PhD Dissertation, Enterprise Integration Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.
- Thierry C., (2003) *Gestion de chaînes logistiques, Modèles et mise en œuvre pour l'aide à la décision à moyen terme*, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Toulouse 2 le Mirail.
- Thomas A., (1996) *L'activity based value management : une approche particulière de l'activity based management*, *Logistique et Management*, Volume 4, Issue n°2, p. 33-43.
- Thonemann U., Bradley J., (2002) The effect of product variety on supply-chain performance, *European Journal of Operational Research*, Volume 143, Issue 3, 16, p. 548-569.
- Tixier D., Mathe J., et Colin J., (1983) *La logistique au service de l'entreprise*, Dunod, Paris.
- Tixier, (1979) Les perspectives de la logistique d'entreprise, *Revue Française de Gestion*, n°19, p. 85-89.
- Tsai J., (2006) An optimization approach for supply chain management models with quantity discount policy, *European Journal of Operational Research*, In Press, Corrected Proof, Available online 17 April 2006.
- Tseng, Y.J., Jiang, B.C., (2000) Evaluating multiple feature based machining methods using an activity-based cost analysis model. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 16, p.67–623.

- Uschold M., Gruninger M., (1996). Ontologies : Principles, methods and applications, Knowledge Engineering Review.
- Valiris G., Glykas M., (1999), Critical review of existing BPR methodologies, Business Process Management Journal, Volume 5, issue (1), p. 65-86.
- Vallespir B., Braesch C., Chapurlat V., Crestani D., (2003) L'intégration en modélisation d'entreprise : les chemins d'U.E.M.L., Actes de la 4ème conférence francophone de MODélisation et de SIMulation, Toulouse, France.
- Van Damme D., Van der Zon F., (1999) Activity Based Costing and decision support, the international journal of logistics management, Volume 10, Issue 1, p. 187-192.
- Van der Aalst W.M.P., Hofstede A.H.M Weske M., (2003), Business process management: A survey in: W.M.P. Van der Aalst, A.H.M. ter Hofstede, M. Weske (Eds.), Proceedings of BPM 2003, Lecture Notes in Computer Science, Volume 2678, p. 1-12.
- Van Donk P.D., (2003) Redesigning the supply of gasses in a hospital, Journal of Purchasing and Supply Chain Management, Volume 9, Issue 56, p. 225-233.
- Van Landeghem H., Vanmaele H., (2002) Robust planning: a new paradigm for demand chain planning., Journal of Operations Management Volume 20., p.769-783
- Verbeek H.M.W., Van der Aalst. W.M.P., (2006) On the verification of EPCs using T-invariants. BPM Center Report BPM-06-05, BPMcenter.org.
- Vernadat F., (1999) Techniques de Modélisation en Entreprise : Application aux Processus Opérationnels, Economica.
- Vickery S.K., Jayaram J., Droge C., Calantone R., (2003) The effects of an integrative Supply Chain strategy on customer service and financial performance: an analysis of direct versus indirect relationships, Journal of Operations Management, Volume 21(5),p.523-539.
- Vidal C.J., Goetschalckx M., (2001) A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation European Journal of Operational Research, Volume 129, Issue 1, 15, p.134-158.
- Vidal, C., Goetschalckx M., (1997) Strategic production-distribution models : A critical review with emphasis on global supply chain models. European Journal of Operational Research 98, p.1-18.
- Von Bertalanffy L., (1934), Théorie générale des systèmes, Dunod, Paris, 1973, édition française.
- Vowles L., (1995) Chain of demand, CMA Magazine, Volume 69, n°7, p15-21.
- Wacheux F., (1996) Méthodes qualitatives et recherche en gestion, Economica, Paris.
- Wagner M.S., Kaufmann L., (2004) Overcoming the main barriers in initiating and using purchasing-BSCs
- Walliser B., (1977) Systèmes et Modèles - Introduction critique à l'analyse des systèmes, aux Editions du Seuil, Paris.
- Wang M., Wang H., (2006) From process logic to business logic—A cognitive approach to business process management, Information & Management, Volume 43, p. 179-193.
- Wang Y. ,(2002) "Liquidity management, operating management and corporate value: evidence from Japan and Taiwan", Journal of Multinational Financial Management, Volume 12(2), p. 159-169.
- Weiner, N. (1948) Cybernétique et société, Union générale d'éditions, 1962, édition française.
- Weske M., Van der Aalst W.M.P ., Verbeek H.M.W., (2004) Advances in business process management, Data & Knowledge Engineering Volume 50, p.1-8.
- Weygandt S., (1996) Getting the MES : methods for system analysis, ISA Transactions, Volume 35, p. 95-103.
- Widmer M., (1990) Modèles mathématiques pour une gestion efficace des ateliers flexibles. Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Wildemann H., (1997) Koordination von Unternehmensnetzwerken. Zeitschrift fur Betriebswirtschaft, Volume 67, p. 417-439.
- Williams T.J., (1994) The Purdue enterprise reference architecture, Computers in Industry, Volume 24, Issues 2-3, p. 141-158.

- Williams T.J., Li H., (1997) The task force specification for GERAM and its fulfillment by PERA, *Annual Reviews in Control*, Volume 21, p. 137-147.
- Williamson O.E., (1988) *The Economic Institutions of Capitalism - Firms, Markets, Relational Contracting*, Simon and Schuster Trade Division, New York.
- Williamson O.E., (1994) *Les institutions de l'économie*. InterEditions.
- Work Flow Management Coalition, (2006) Reference Model, www.wfmc.org.
- Xi J., Ai S., (2006) A note on "Cooperative advertising, game theory and manufacturer-retailer Supply Chains" *Omega*, Volume 34, Issue 5, p. 501-504
- Yard S. (2000) Developments of the payback method, *International Journal of Production Economics*, Volume 67, p.155-167.
- Yoshikawa T., Innes J., Falconer M., (1994) Applying functional cost analysis in a manufacturing environment, *International Journal of Production Economics*, Volume 36, Issue 1, p. 53-64.
- Zhelev T.,K., (2005) On the integrated management of industrial resources incorporating finances, *Journal of Cleaner Production* 13, p.469-474.
- Zheng J., Johnsen T., Harland C.M., et Lamming R.C., (2001) A taxonomy of supply network, 10ème IPSERA Conference, Jonkoping, Sweden.
- Zimmermann K., & Kohl M., (2001) Projekt Scorecard - Wie Continental ein EXC steuert (Projet tableau de bord : comment Continental gère une initiative de ECR) ; *Absatzwirtschaft*, Volume 44, n° 6, p.36-40.
- Zimmermann K., (2002) Using Balanced Scorecard for interorganizational Performance Management of Supply Chains - A case Study. in *Cost management in Supply Chains*, Seuring S., & Goldbach M., éditeurs, Springer Physica-Verlag, p.399-415.
- Zwegers A., Fang S., Pels H-J., (1997) Evaluation of architecture design with CIMOSA, *Computers in Industry*, Volume 34, Issue 2, p. 187-200.

Annexes

Annexe 1 - Intégration des flux financiers dans des modèles "traditionnels" d'optimisation pour la Supply Chain.	265
Annexe 2 - Intégration des flux financiers dans les modèles d'aide à la décision pour la Supply Chain Hospitalière.....	269
Annexe 3 - Analyse d'environnement de modélisation	273
Annexe 4 - Compléments pour la caractérisation d'un paradigme générique dans ASCI	279
Annexe 5 - Détails des différents paradigmes positivistes, pragmatiques et constructivistes	283
Annexe 6 - Détail de la formalisation d'un modèle générique pour l'évaluation de la création de valeur financière du processus logistique.....	287
Annexe 7 - Une approche pour l'optimisation des cash flow d'une business Unit de la Supply Chain	293
Annexe 8 - Données supplémentaires relativement à la Supply Chain de M.....	299
Annexe 9 - Un exemple de modélisation par processus multiples et incrémentiels pour la Supply Chain de M.....	307
Annexe 10 - Détail de la spécification de la charge de la Supply Chain de M	311
Annexe 11 - Compléments d'information sur le Nouvel Hôpital d'Estaing	315
Annexe 12 - Démarche suivie pour le recueil de la connaissance sur les processus organisationnels de l'Hôtel Dieu	319
Annexe 13 - Démarche suivie pour le recueil de la connaissance sur les processus organisationnels du NHE.....	319
Annexe 14 - Mise en œuvre du processus de modélisation pour les flux "logistiques" du NHE	319

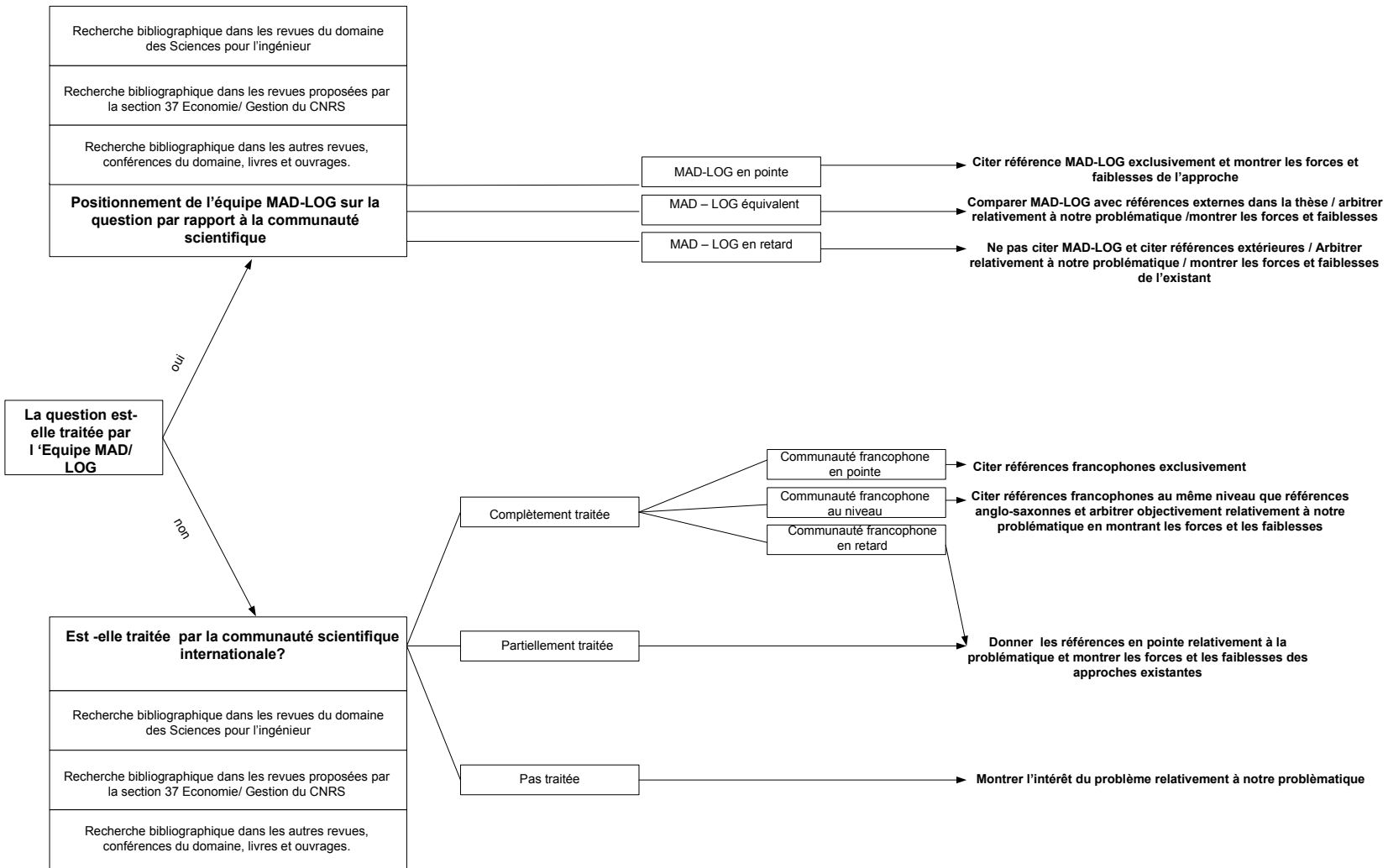


Figure 179. Mode de sélection des références bibliographiques contenues dans le document

Auteurs		Cohen <i>et al.</i> , 1989	Arntzen <i>et al.</i> , 1995	Vidal et Goetschalckx 1997
Nature du problème traité		Conception de réseau logistique	Conception du réseau	conception du réseau
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Satisfaction client,	Fiabilité fournisseurs (satisfaction fournisseurs)	Fiabilité fournisseurs (satisfaction fournisseurs)
	Efficienne	Taille des stocks - Temps de production		
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité	-	Profits	Profits
	Efficienne	Minimisation des coûts de distribution	Coût complet intégrant les aspects fiscaux	Coût complet intégrant les aspects fiscaux
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	Programmation linéaire mixte		
	Complexité traitée	Multi-périodes, multi-produits, multi-échelons	Multi-périodes, multi-produits, multi-échelons	Multi-périodes, multi-produits, multi-échelons
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X	X	X
	Supply Chain de production de services			
	Supply Chain Hospitalière			
Commentaires		Intégration des aspects fiscaux, et de la variation des taux de change		

Exemple d'intégration de modèles financiers pour des problèmes de conception

Auteurs		Kelle <i>et al.</i> , 2003	Vidal Goetschalckx 1997
Nature du problème traité		Conception d'activité	Conception de réseau logistique
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité		
	Efficienne	Nombre de lots ordonnancés	Nombre de lots à commander
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité	Profit	Profit
	Efficienne	Coût Complet	Coûts Complets
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	PLNE Succession d'entreprises, Supply Chain Externe	PLNE + Heuristiques
	Complexité traitée		L'approche exacte nécessite des heuristiques pour les grandes instances.
Domaine d'application	Supply Chain industrielle		X Exemples fictifs
	Supply Chain de production de services		
	Supply Chain Hospitalière		
Commentaires			Intégration des aspects fiscaux

Exemple d'intégration de modèles financiers pour des problèmes de conception

Auteurs		Sundarraaj et Talluri, 2003	Hurtubise <i>et al.</i> , 2004	Ozdemir <i>et al.</i> , 2005	Daniel et Rajendran, 2005
Nature du problème traité		Configuration d'activité	Configuration de réseau	Configuration de processus	Configuration de réseau
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Demande	taux de service		Efficacité fournisseurs
	Efficienne	Temps de traitement + capacité	Taille des stocks, temps de transport	Taille des stocks	Capacité de réaction fournisseur,
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité			Taille critique de la chaîne	Profits
	Efficienne	Coût direct	Minimiser les coûts directs	Minimiser les coûts directs	Coûts directs
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	PL	PL + stochastique	PL	PL
	Complexité traitée		Evaluer les solutions proposées	Résolution par algorithme génétique	Approche exacte testée sur des petites instances
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X		X Exemples fictifs	X Exemple fictif
	Supply Chain de production de services		X Exemples fictifs		
	Supply Chain Hospitalière				
Commentaires			D'un point de vue planification, l'approche est intéressante, par contre le modèle de coût est simpliste, et mal ou peu formulé	Configuration des plannings de transport permettant de minimiser les coûts et de réduire les stocks. La difficulté vient de la prise en compte d'éléments stochastiques	Approche trop technique ; les coûts utilisés sont trop simples pour pouvoir modéliser la formation des coûts dans la chaîne logistique. Les risques d'erreurs sont en fait très grands

Exemple d'intégration de modèles financiers pour des problèmes de configuration

Auteurs		Apaiah R.K., Hendrix 2005	Mo <i>et al.</i> , 2005
Nature du problème traité		Configuration du réseau	Configuration de processus
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité		
	Efficienne	Consommation de matières	Consommation de matières
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité		
	Efficienne	Minimisation du coût complet	Minimisation du coût complet
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	Simplex	Simplex
	Complexité traitée	Approche exacte testée sur des petites instances	Approche exacte testée sur des petites instances
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X Exemples fictifs	X Exemples fictifs
	Supply Chain de production de services		
Commentaires		Approche mathématique trop contraignante pour pouvoir être appliquée concrètement	Approche mathématique trop contraignante pour pouvoir être appliquée concrètement

Exemple d'intégration de modèles financiers pour des problèmes de configuration

Auteurs		Selvarajah et Steiner, 2006	Tsai, 2006
Nature du problème traité		Pilotage de processus	Pilotage de chaîne
Mesure de la performance du flux physique	Efficacité	Fiabilité fournisseurs	Efficacité
	Efficiency	Consommation des matières premières	Efficiency
Mesure de la performance du flux financier	Efficacité	Profits	Efficacité
	Efficiency	Coûts complets simplifiés	Efficiency
Méthodes de résolution utilisées	Modèles	PL intégrant les aspects stochastiques (flexibilité fournisseurs + variabilité des taux de change)	Modèle
	Complexité traitée		Complexité traitée
Domaine d'application	Supply Chain industrielle	X	Supply Chain industrielle
	Supply Chain de production de services		Supply Chain de production de services
	Supply Chain Hospitalière		Supply Chain Hospitalière
Commentaires		Choix d'une politique d'ordonnement des lots sur une chaîne à deux étages sur un horizon de 3 mois	Variation du prix en fonction des quantités ; variations des coûts en fonction des quantités achetées et vendues ; le modèle sert à fixer le prix de vente ou la taille des lots.

Des exemples d'approches intégrant une analyse des flux financiers pour des problèmes de pilotage opérationnel

Annexe 2 - Intégration des flux financiers dans les modèles d'aide à la décision pour la Supply Chain Hospitalière.

La tarification à l'activité (T2A) pour les hôpitaux publics comme privés est en train de modifier durablement le management des systèmes de santé en France. Cette mutation du système financier de l'hôpital se conjugue avec le recentrage sur les principaux processus métiers de soins, entraînant une externalisation de certaines fonctions de support. Un système hospitalier est devenu un système ouvert sur l'extérieur qui interagit avec des entités externes prestataires de services logistiques ou médicaux. La comparaison avec une Supply Chain industrielle est évidente : l'hôpital actuel, compte tenu de sa complexité grandissante, est plus proche d'une immense chaîne logistique dont les agents visent à satisfaire le patient que d'un système fonctionnant en vase clos. Nous proposons, par analogie avec les Supply Chains industrielles de définir l'hôpital contemporain comme une Supply Chain hospitalière (SCH). Ainsi, une SCH est un ensemble ouvert traversé par des flux humains, matériels, informationnels et financiers, composé d'entités variées autonomes : fournisseurs, services hospitaliers (urgence, bloc opératoire, ...), prestataires logistiques, prestataires médicaux, ... Ces entités utilisent des ressources consommables en nombre limité (matériel, capital, ...) et coordonnent leur action par un processus logistique intégré afin d'améliorer prioritairement leur performance collective (satisfaction du patient, optimisation du fonctionnement du système hospitalier) mais aussi à terme leur performance individuelle (maximisation de la valeur créée par une entité).

Au cœur de cette définition repose la notion de processus, qui est un ensemble d'activités destiné à fournir un produit ou un service qui contribue à l'atteinte des objectifs du système. Les activités d'un processus (Rakotondranaivo et al., 2004) transforment des éléments d'entrée en éléments de sortie en apportant une valeur ajoutée. La valeur se crée par agencement en réseau d'une multiplicité de processus. La valeur fournie par une organisation (Lorino, 2001) résulte d'une combinaison d'activités et de processus, ou chaîne de valeur. La complexité d'une SCH, comme d'une Supply Chain industrielle est due à la structure du processus logistique (Tchernev, 1997) et au nombre d'entités qui interagissent simultanément, de manière autonome ou concertée sur les flux. Aussi, toute modélisation de la SCH repose avant tout sur la modélisation de son processus logistique.

L'objet de cette annexe est de proposer une revue de la littérature sur l'évaluation financière des processus pour la Supply Chain Hospitalière.

Aussi, dans une première partie, nous présentons un état de l'art sur les approches de la littérature combinant flux physiques et flux financiers dans l'évaluation des processus dans les organisations de type SCH. Dans une deuxième partie, nous analysons les méthodes d'aide à la décision pour la SCH.

A . L'analyse des approches managériales pour l'évaluation du flux financier dans la SCH :

L'ensemble des hôpitaux publics dans les pays occidentaux subit une pression politique pour rationaliser leur gestion. Cette pression se matérialise en France par la refonte du système de régulation par la mise en place de la tarification à l'activité (T2A) qui consiste à rémunérer chaque hôpital en fonction des soins réalisés et non par enveloppe globale de fonctionnement. De nombreuses études sur les systèmes hospitaliers anglo-saxons (Eldenburg et Kallapur, 1997) montrent que les systèmes de valorisation de type Activity Based Costing (ABC) sont ceux qui présentent conceptuellement la meilleure solution pour les systèmes de soins utilisant un financement de type T2A. Cependant il n'existe que peu d'approches intégrant réellement ABC dans les systèmes hospitaliers. Par exemple, l'approche proposée par (Moedbeck *et al.*, 2004) s'apparente à une étude fonctionnelle débouchant sur un système traditionnel de type coût complet. De plus, comme les hôpitaux travaillent souvent avec des médecins qui sont indépendants par rapport à la structure, il convient d'être capable d'évaluer le plus justement possible l'activité et la consommation des ressources (Hills et Johns, 1994 ; Bjørnenak, 1997 ; Ridderstolpe *et al.*, 2002). Ainsi, plusieurs auteurs proposent de traiter l'hôpital comme n'importe quel système managérial en tenant compte de la complexité informationnelle induite par la sous-traitance de nombreux processus comme les processus de soin de type ambulatoire (Devine *et al.*, 2000 ; Krumwiede, 1998 ; Cooper *et al.*, 1998). Compte tenu du cloisonnement existant entre les différents services, ces approches d'évaluation ABC utilisées reviennent à concevoir l'hôpital comme une Supply Chain Interne et à l'évaluer comme telle.

B. L'analyse de l'intégration des préconisations du Supply Chain Costing dans les méthodes de la Recherche Opérationnelle pour la SCH

Les problèmes liés à la modélisation des SCH interviennent lors de l'implantation d'un nouveau système (conception a priori), ainsi que lors de la réorganisation d'un système existant (conception a posteriori). Quels que soient les modèles étudiés, qu'ils s'agissent d'applications dédiées à un problème donné sur la SCH ou d'une

méthodologie d'ensemble, la conception et le pilotage de la SCH consistent à déterminer la structure et les moyens qui la composent. Le nombre, la localisation, la capacité de chaque entité de soins, de prestation logistique, de stockage, et des centres de traitement des commandes caractérisent la structure de la SCH. Le choix et le dimensionnement des flux à transporter sur chacun des axes reliant les unités de prestation de soins comme de stockage ainsi que les sources d'approvisionnement sont également partie intégrante de la structure de la SCH. Le choix des moyens porte sur le dimensionnement de l'équipement, l'agencement des unités de soins et des prestataires de services de support ainsi que les moyens de transport (type, mode d'exploitation, capacité) et les ressources humaines. Le manager de la SCH doit ainsi posséder un ensemble d'outils et de méthodes capable de l'aider dans les problèmes de conception comme dans les problèmes de pilotage. De manière générique, quelle que soit la Supply Chain étudiée, ces problèmes sont classifiés selon trois niveaux temporels (Ballou, 1992) : (i) le niveau stratégique, qui correspond aux problèmes de conception et de construction du réseau de la SCH ; (ii) le niveau tactique qui correspond à l'utilisation du réseau, et à l'adéquation ressources/besoins ; (iii) le niveau opérationnel qui concerne le pilotage de la SCH à court terme. Ces différents horizons demandent des niveaux de granularité différents pour toute étude de modélisation réalisée pour apporter des outils d'aide à la décision. Il est intéressant de coupler la vue temporelle avec les différents types de modélisation et de simulation envisageables sur les SCH. Pour ce faire, nous reprenons les approches dégagées par (Chabrol et Sarramia 2001). Ainsi, trois approches permettent de caractériser, dans le cadre d'une approche de modélisation par les flux, les types de modélisation : modélisation macroscopique, mesoscopique, et microscopique. La modélisation macroscopique considère le flux dans un système complexe comme un phénomène agrégé, tandis que la modélisation microscopique considère les interactions individuelles. La modélisation mesoscopique agrège les entités sous forme de paquets et constitue un niveau intermédiaire entre le macroscopique et le microscopique. Le tableau 60 montre que l'on peut coupler ces trois approches avec les différents horizons temporels. Les différents types de problèmes rencontrés lors de la modélisation de la SCH sont ainsi caractérisés dans le tableau 1 à l'aide d'un exemple tiré de la littérature.

	MACROSCOPIQUE	MESOSCOPIQUE	MICROSCOPIQUE
STRATEGIQUE	Conception globale Ex : Conception d'une SCH Abouïssa et al., 2003	Conception de processus Ex : Conception du processus opératoire de la SCH Rossetti et al., 2001	Conception d'activité Ex : Conception de l'activité Approvisionner en pansements Van Donk., 2003
TACTIQUE	Configuration des flux dans le réseau Ex : Planification des ressources en fonction des besoins pour l'ensemble de la SCH Brigl et al., 2004	Configuration d'un processus Ex : Planification des ressources en fonction des besoins pour le processus opératoire Artiba et al., 2003	Configuration d'une activité Ex : Détermination des ressources nécessaires pour réaliser l'activité Approvisionner en pansements Syi et al., 2002
OPERATIONNEL	Pilotage du réseau Ex : Gestion des interactions entre les différents aléas sur l'ensemble de la SCH Lanzola et al., 1999	Pilotage d'un processus Ex : Modification des planning du processus opératoire en fonction aléas (Urgences...) Doheny et al., 1996	Pilotage d'une activité Ex : Ajustement journalier des ressources en personnel infirmier en fonction des aléas pour l'activité anesthésie. Bard et al., 2005

Tableau 60. Le couplage horizons temporels et approches de modélisation – Exemples.

Les approches présentées dans le tableau 1, sorties de leur contexte d'application sont difficilement réutilisables. De plus, elles n'intègrent pas la dimension flux financier dans leur approche, qu'elles soient dédiées au problème hospitalier comme aux problèmes traditionnels en contexte hospitalier.

L'étude approfondie de la littérature montre une relative pauvreté des approches de modélisation formelle de processus et de simulation dans le cadre des SCH. De plus, les approches présentées ne concernent souvent qu'une partie du processus de modélisation, que nous considérons constitué de cinq étapes consécutives (compréhension du système, constitution de modèles descriptifs, élaboration du modèle informatique, analyse des résultats et prise de décision) (Tchernev 1997). Ainsi, l'approche GRAI présentée par (Ducq et al., 2004) permet uniquement la constitution de modèle descriptifs. L'approche présentée par (Combes, 1994) puis par (Moreno et al., 2001) permet d'extrapoler l'utilisation de la simulation comme modèle de simulation pour le flux patient quel que soit le contexte hospitalier. Cependant, aucune de ces approches ne permet l'intégration d'éléments du flux financier. Les travaux de (Brender 1999) et de (Lenz et al., 2004) constituent une base d'outils opérationnels de pilotage mais leurs approches sont difficilement généralisables.

D'autres approches intéressantes proviennent de l'utilisation de méthodes développées pour les Supply Chains industrielles. Dans cet esprit, (Artiba et al., 2004) justifient conceptuellement l'utilisation des méthodes ALIX et MECI au cas des systèmes hospitaliers sans intégrer des éléments de flux financier. (Abouïssa et al., 2003)

proposent d'utiliser UML, les réseaux de Petri et un système multi-agents pour les systèmes hospitaliers mais l'approche présentée n'intègre pas la performance économique et se limite au modèle descriptif. (Moreno *et al.*, 2001) utilisent la méthodologie KADS et l'appliquent au cas des systèmes hospitaliers ; cependant, le thème de l'étude, qui porte sur les processus managériaux de l'hôpital n'est pas caractéristique de la complexité des flux dans la SCH, et se retrouve dans toute organisation fonctionnelle. (Galland *et al.*, 2003) propose, à partir d'un état de l'art sur les méthodologies de modélisation, une modélisation des réseaux de type Supply Chain centrée sur une analyse systémique et une approche multi-agents. La démarche proposée, pertinente pour les systèmes de type Supply Chain, ne contient pas une vue orientée flux financier, et s'arrête à un modèle descriptif sans traduction informatique.

Annexe 3 - Analyse d'environnement de modélisation

L'environnement MODPROLI (MODélisation du PROcessus Logistique Industriel), (Tchernev, 1997)

L'environnement MODPROLI est proposé dans la thèse de Doctorat de (Tchernev, 1997). Son objectif est de permettre la modélisation du processus logistique dans les systèmes industriels et d'évaluer les critères de performance. Il combine outils d'évaluation (simulation à événements discrets (SLAM) et méthodes d'optimisation. Le tableau 61 précise les forces et faiblesses de l'environnement proposé

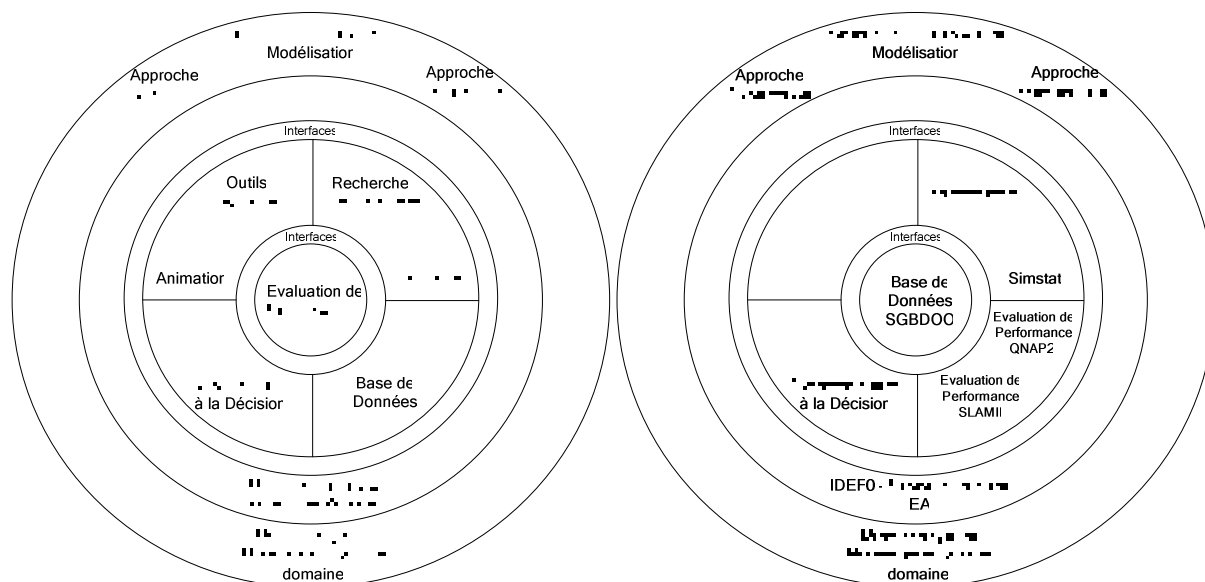


Figure 180. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement à l'environnement MODPROLI.

Points forts	Points faibles
Démarche de modélisation structurée pour le processus logistique industriel qui peut être étendue sur d'autres domaines d'applications.	Absence totale de prise en compte dans l'évaluation et l'optimisation des processus modélisés des contraintes du flux financier. L'environnement est centré système d'information, pas évaluation de performances.

Tableau 61. Points forts et points faibles de l'environnement MODPROLI

L'environnement TOVE (Toronto Virtual Enterprise) , (Tham, 1999)

(Fox *et al.*, 1994) propose une méthodologie de modélisation pour l'entreprise intégrée. Son extension, proposée dans la thèse de (Tham, 1999) sous forme d'ontologie des coûts pour l'entreprise intégrée permet de concevoir des environnements de modélisation (figure 181) qui prennent en compte la performance sous la forme de modèles ABC. L'évaluation de performances est réalisée sous forme de modèles analytiques. Ni simulation, ni optimisation ne sont proposées dans l'environnement qui est centré système d'information. Le tableau 62 précise les forces et faiblesses de l'environnement proposé.

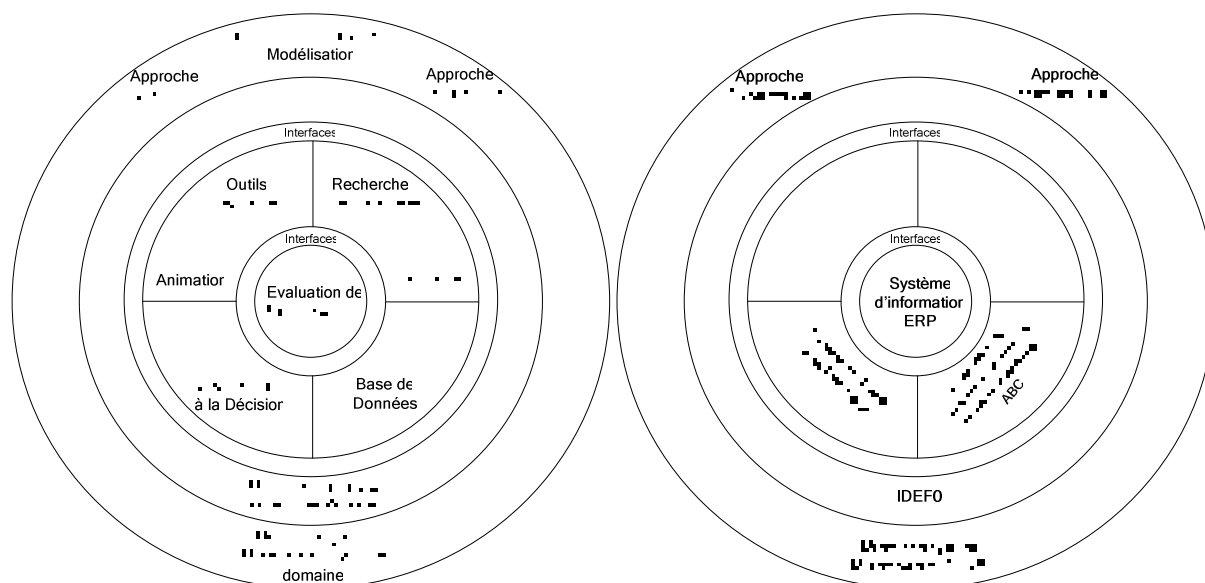


Figure 181. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement à l'environnement TOVE.

Points forts	Points faibles
Démarche de modélisation structurée pour la prise en compte d'une évaluation ABC des activités qui a été implantée dans des ERP	<p>L'environnement est centré système d'information, pas évaluation de performances.</p> <p>Simulation et Optimisation ne sont pas utilisés dans l'environnement.</p> <p>Le modèle ABC est implanté, mais son évaluation ne combine pas une évaluation poussée du flux physique.</p> <p>Les unités de flux financier ne sont pas prises en compte.</p>

Tableau 62. Points forts et points faibles de l'environnement TOVE.

Un environnement de modélisation pour la classe des Flow Shop Hiérarchisés (Grangeon, 2001)

La justification de modéliser la Supply Chain comme un Flow Shop par (Jeong *et al.*, 2000 ; Mansouri, 2006) est pertinente lorsque le niveau de modélisation est macroscopique. Les problèmes et les modèles d'ordonnancement et de planification pour les systèmes de la classe des Flow Shop sont réutilisables pour la classe des Supply Chain en considérant que les entités (usines, entrepôts...) sont modélisables comme une machine. Chaque étage du Flow shop constitue une étape de la Supply Chain. Dès lors, les méthodes et outils proposés par (Grangeon, 2001) pour les systèmes de la classe des Flow Shop peuvent s'étendre pour résoudre les problèmes de planification et d'ordonnancement dans la Supply Chain. La figure 182 compare les caractéristiques de l'environnement proposé par Grangeon avec l'environnement de modélisation "générique" pour la Supply Chain. Le tableau 63 précise les forces et faiblesses de l'environnement proposé.

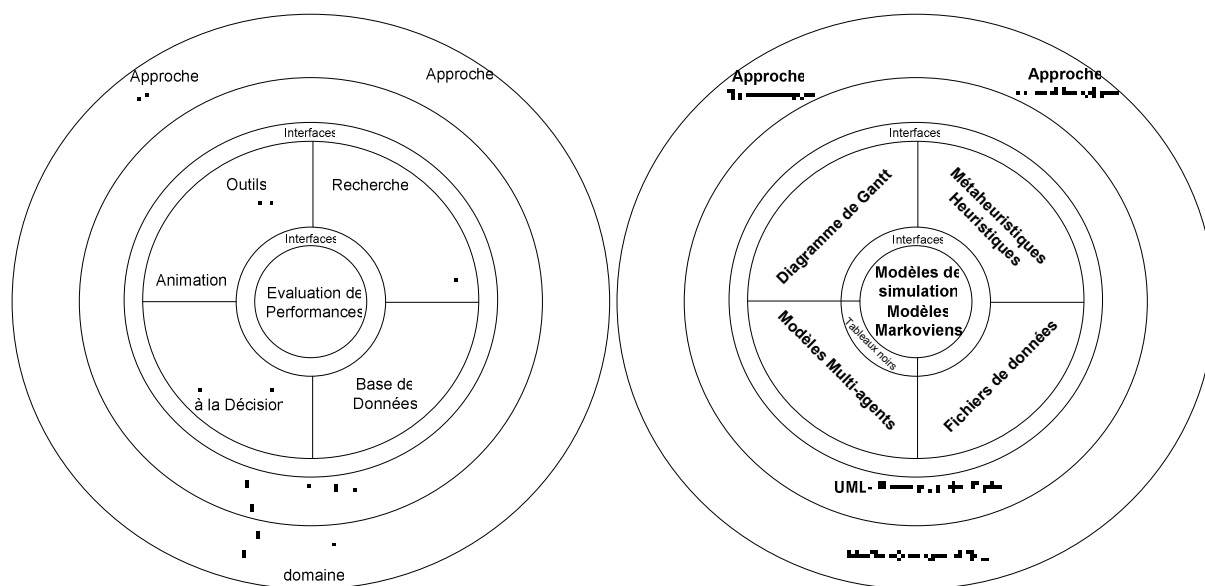


Figure 182. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances de la Supply Chain relativement à l'environnement pour les systèmes de type Flow Shop.

Points forts	Points faibles
Environnement dont le déploiement des modèles est justifié dans la littérature pour la prise en compte des problèmes de configuration et de pilotage du réseau Supply Chain.	<p>Les modèles ne prennent absolument pas en compte les flux financiers.</p> <p>L'analyse et la spécification ne sont pas orientées "métier", mais uniquement "objet".</p> <p>La modélisation de la Supply Chain comme un Flow Shop suppose une grande capacité d'abstraction, et peut engendrer une approche parfois caricaturale des processus de la Supply Chain.</p>

Tableau 63. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation pour les systèmes de la classe des Flow Shop Hybride Hiérarchisé.

L'environnement issu de IMPIM (Integrated Multidimensional Process Improvement Methodology) (Chan et Spedding, 2003)

(Chan et Spedding, 2003) proposent une méthodologie basée sur l'évaluation des performances à l'aide de la simulation à événements dont le but est d'implanter dans les activités manufacturières une combinaison de démarches issues du contrôle de gestion et du management de la qualité. La simulation à événement discret doit pouvoir évaluer l'impact des décisions prises pour améliorer la qualité des produits ou la réductions des coûts via l'évaluation de la consommation des inducteurs ABC. La spécification est réalisée via l'approche ARIMA (Gaynor et Kirkpatrick, 1994) et une approche par les réseaux de neurones. L'approche utilise indifféremment Witness ou Siman Arena comme noyau de simulation. Notons cependant que les coûts ABC ne sont pas évalués. La spécification "révèle" les processus et les inducteurs associés. L'approche par la qualité doit réduire les consommations physiques des inducteurs de coûts dans les systèmes manufacturiers. La figure 183 présente une comparaison entre l'environnement de modélisation issu de la mise en œuvre de INPIM sur des systèmes manufacturiers simples (lignes d'assemblages...). Le tableau 64 précise les forces et faiblesses de l'environnement proposé.

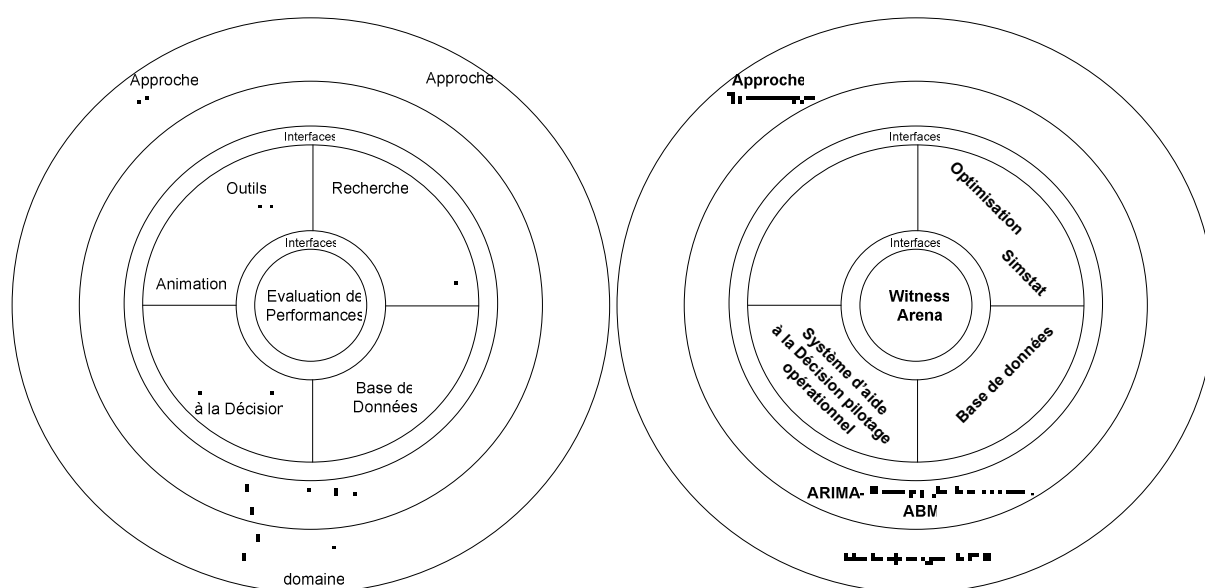


Figure 183. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement aux environnements issus de INPIM.

Points forts	Points faibles
<p>Environnement prenant en compte les critères de performance issus d'une modélisation à base d'activité dans les modèles de simulation.</p> <p>La méthodologie de modélisation se rapproche de l'approche ASCI, au moins dans le processus de modélisation d'un système de la classe.</p> <p>Les composants "méthodologiques" de l'environnement sont génériques relativement à un horizon de court terme.</p> <p>Une couche "Base de Données" permettant l'interfaçage avec le système d'information est proposée.</p>	<p>Il ne s'agit pas d'une évaluation des coûts ABC, mais uniquement des consommations physiques des inducteurs.</p> <p>Les consommations de ressources directes ne sont pas prises en compte dans la modélisation</p> <p>L'approche objet n'est pas implantée ; les composants logiciels ne sont pas génériques.</p> <p>L'approche est pertinente à un niveau de granularité très fin pour un horizon décisionnel opérationnel.</p> <p>L'environnement ne se prête pas à une extension sur des modèles décisionnels tactiques ou stratégiques.</p>

Tableau 64. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation issus de INPIM.

Un environnement pour la planification multi-sites (Cossard, 2004)

Le dernier environnement de modélisation que nous analysons est issu des travaux de thèse de (Cossard, 2004) sur la planification multi-sites au LIMOS. L'environnement de modélisation a permis de concevoir une application multi-sites qui est en cours de déploiement sur une Supply Chain Interne d'une multinationale. Nous analysons cet environnement de modélisation relativement à notre problématique décisionnelle (tableau 65, figure 184).

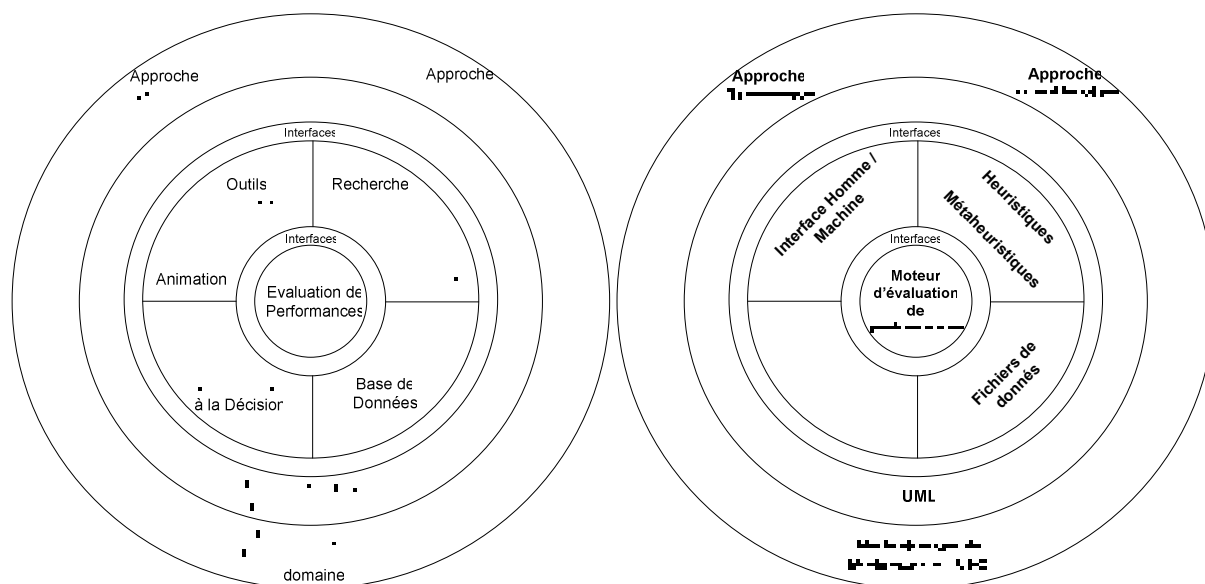


Figure 184. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement aux environnements issus de la thèse de (Cossard, 2004).

Points forts	Points faibles
Environnement de modélisation pour la planification tactique en contexte multi-sites.	Le flux financier est complètement ignoré dans l'approche proposée
Les modèles développés sont utilisables aussi bien sur une Supply Chain interne que sur une Supply Chain externe	L'environnement ne propose qu'une approche objet, mais pas une approche de modélisation métier qui est indispensable en contexte Supply Chain.

Tableau 65. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation issus des travaux de (Cossard, 2004) sur le multi-sites.

L'objet de recherche du paradigme

Allard-Poési (2003) définit un projet de recherche comme un ensemble articulant des objets théoriques, empiriques ou méthodologiques qui crée ou découvre des objets de même nature permettant d'expliquer, prédire, comprendre, ou changer la réalité. Pour pouvoir dialoguer avec le terrain, ou avec d'autres acteurs, et créer ou capitaliser des savoirs et savoirs faire, le chercheur doit définir un objet de recherche qui constitue l'objectif du projet de recherche. Suivant la nature de l'objet de recherche (Girod-Seville 1996) celui-ci revêt des significations différentes, et donc une posture épistémologique différente. La figure 185 (Allard Poesi et al., 2003) explique ainsi la formulation du projet de recherche et de l'objet de recherche.

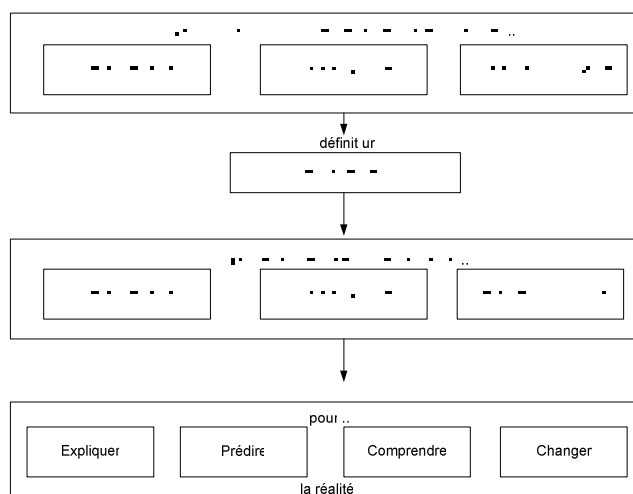


Figure 185. La formalisation du projet et l'objet de recherche (Allard-Poesi et al., 2003)

La figure 186 présente les relations entre le projet de recherche et l'objet de recherche dans un diagramme de classes.

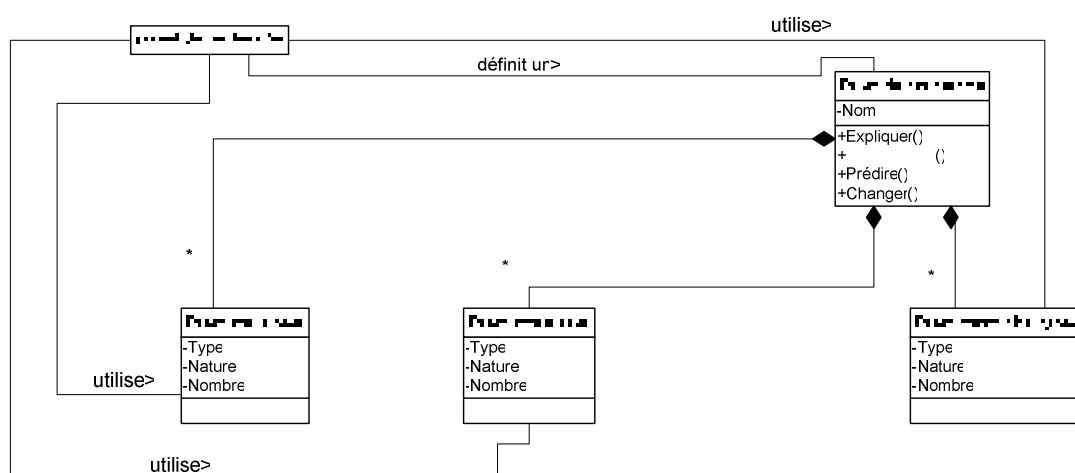


Figure 186. Diagramme de classes pour l'objet de recherche

Comme le montre la figure 186, (qui traduit le contenu de la figure 185 sous la forme d'un diagramme de classes UML) un projet de recherche utilise des objets méthodologiques, empiriques et théoriques et définit un ou plusieurs objets de recherche permettant d'expliquer, de comprendre, de prédire ou de changer la réalité. Cet objet de recherche est composé d'objets théoriques, empiriques et méthodologiques.

Un système de valeurs

Toute posture épistémologique suppose une axiologie que nous assimilons au système de valeur propre à l'expert en modélisation. En effet, le point de vue de l'expert et sa manière d'aborder le monde va conditionner la représentation des objets de connaissance et les liens et interactions qu'il entretient avec. Aussi, selon la nature de la connaissance que vise l'expert en modélisation, et donc son objet de recherche, celui-ci aura une perception de la réalité ou système de valeur différente qui caractérisera son positionnement par rapport à son objet d'étude. Ainsi, le système de valeur de l'expert en modélisation sera caractérisé par la vision de la réalité, la vision de la connaissance et la vision de l'objet de recherche (Girod Séville et Perret 1999). Les différentes perspectives épistémologiques attribuent ainsi à l'objet de recherche, à la réalité et à la production de connaissances un rôle et une position différents dans le processus de capitalisation des connaissances. Une formalisation d'un système de valeur "épistémologique" est ainsi donnée dans le diagramme de classe pour l'objet Axiologie / Système de valeur dans la figure 187.

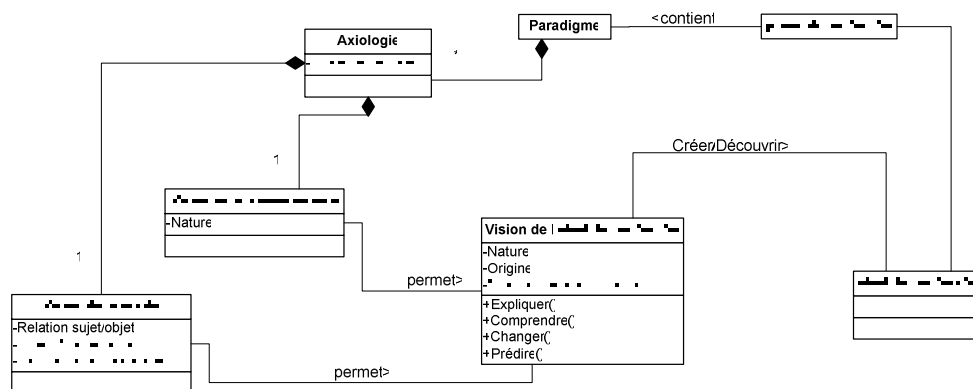


Figure 187. Diagramme de classe de l'objet axiologie

Comme la montre la figure 187, un projet de recherche contient un paradigme qui est composé d'une axiologie ou système de valeur. Ce système de valeur est composé d'une vision de la connaissance et d'une vision de la réalité. La conjugaison de la vision de connaissance avec la vision de la réalité permet à l'expert en modélisation d'avoir une vision de l'objet de recherche qui lui permettra de le découvrir ou de le construire.

Une logique

Chaque paradigme s'articule autour d'une logique inductive, d'une logique déductive ou d'une logique mélangeant induction et déduction. (Evrard *et al.*, 1997) définit les caractéristiques de ces deux logiques en soulignant que c'est l'objet de recherche qui fixe le choix d'une logique déductive ou inductive. Selon (Bergame et Nyeck 1992) une logique retenue dans un projet de recherche est caractérisée par sa méthode de raisonnement, son processus d'application et son processus de validation. Aussi, nous supposons que l'objet logique est composé par ces trois caractéristiques qui sont présentées dans la figure 188.

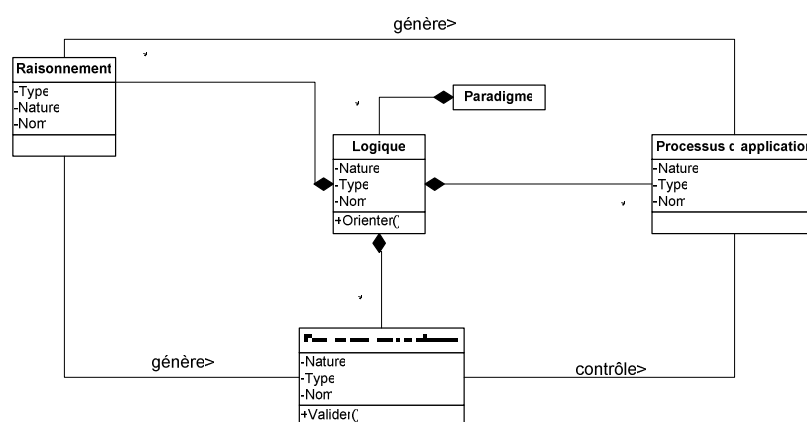


Figure 188. Diagramme de classe de l'objet "logique"

Annexe 5 - Détails des différents paradigmes positivistes, pragmatiques et constructivistes

	Paradigme positiviste et post-positiviste
Objet de recherche <ul style="list-style-type: none"> • Objet méthodologique • Objet empirique • Objet théorique 	L'objet consiste essentiellement en une interrogation objective de faits, peu importe sa nature méthodologique, empirique ou théorique.
Axiologie ou système de valeur <p>Vision de la réalité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relation expert/objet • Objectif du projet • Validité de la connaissance <p>Vision de la connaissance</p> <p>Vision de l'objet de recherche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature • Origine • Position de l'objet dans le processus de recherche • 	<p>Indépendance</p> <p>Découvrir la structure de la réalité</p> <p>Cohérente avec les faits</p> <p>Observation de la connaissance</p> <p>Interrogation des faits</p> <p>Insuffisances théoriques pour expliquer ou prédire la réalité</p> <p>Extérieure au processus de recherche</p>
Logique <ul style="list-style-type: none"> • Raisonnement • Processus d'application • Processus de validation 	<p>Déduction formelle</p> <p>Du général au particulier, application sur quelques cas particuliers d'une loi générale</p> <p>Vérification ou falsification de modèles et théories testables que l'on cherche à réfuter (Popper, 1962).</p>
Ontologie <ul style="list-style-type: none"> • Domaine & Concept 	<p>Ontologie du réel</p> <p>Le domaine comme les concepts sont reliés entre eux de manière objective par l'expert, qui se suppose comme extérieur aux systèmes du domaine.</p>

Tableau 66. Les attributs du paradigme positiviste (adapté de Tashakori et Teddie, 1998).

	Paradigme constructiviste
Objet de recherche <ul style="list-style-type: none"> • Objet méthodologique • Objet empirique • Objet théorique 	Immersion de l'expert dans le phénomène étudié qui fait parti de l'objet. Ce n'est que lorsque l'expert a développé une interprétation du phénomène qu'il peut définir le terme de son objet qui revêt sa forme définitive avec l'aboutissement du processus de recherche
Axiologie ou système de valeur Vision de la réalité <ul style="list-style-type: none"> • Relation sujet/objet • Objectif du projet • Validité de la connaissance Vision de la connaissance <ul style="list-style-type: none"> • Nature Vision de l'objet de recherche <ul style="list-style-type: none"> • Nature • Origine • Position de l'objet dans le processus de recherche 	<p style="text-align: center;">Immersion</p> <p style="text-align: center;">Construire une représentation ou un outil de gestion pour l'action Utilité de l'objet pour un projet</p> <p style="text-align: center;">Construction de la connaissance</p> <p style="text-align: center;">Développement d'un projet de connaissance Transformer la connaissance par de nouvelles réponses Intérieure au processus de recherche</p>
Logique <ul style="list-style-type: none"> • Raisonnement • Processus d'application • Processus de validation 	<p style="text-align: center;">Induction</p> <p style="text-align: center;">Du particulier au général</p> <p style="text-align: center;">Après plusieurs expériences similaires sur des objets différents ou dans un contexte différent, confirmation du modèle</p>
Ontologie <ul style="list-style-type: none"> • Domaine & concept 	<p style="text-align: center;">Confusion entre explication, concept et domaine</p>

Tableau 67. Les attributs du paradigme constructiviste (adapté de Tashakkori et Teddie, 1998).

	Paradigme pragmatique
Objet de recherche <ul style="list-style-type: none"> • Objet méthodologique • Objet empirique • Objet théorique 	<p>Interaction de l'expert avec le phénomène étudié. Ce n'est que lorsque l'expert a compris les interactions qu'il entretient avec l'objet qu'il peut définir le terme de son objet qui revêt sa forme définitive pendant le processus de recherche</p>
Axiologie ou système de valeur <p>Vision de la réalité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relation sujet/objet • Objectif du projet • Validité de la connaissance <p>Vision de la connaissance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature <p>Vision de l'objet de recherche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nature • Origine • Position de l'objet dans le processus de recherche 	<p>Interaction</p> <p>Comprendre la signification que les acteurs attachent à leur réalité Cohérence avec l'expérience de l'objet de recherche</p> <p>Observation et construction de la réalité</p> <p>Développement d'une compréhension de l'intérieur du phénomène</p> <p>Immersion dans le phénomène étudié</p> <p>Extérieure au processus de recherche</p>
Logique <ul style="list-style-type: none"> • Raisonnement • Processus d'application • Processus de validation 	<p>Déduction et induction</p> <p>Du général au particulier, du particulier au général</p> <p>Vérification ou falsification de modèles et théories testables que l'on cherche à réfuter (Popper, 1962) / Après plusieurs expériences similaires sur des objets différents ou dans un contexte différent, confirmation du modèle</p>
Ontologie <ul style="list-style-type: none"> • Domaine & Concept 	<p>Choix des explications et des concepts qui produisent le mieux les résultats attendus sur le domaine</p>

Tableau 68. Les attributs du paradigme pragmatique (adapté de Tashakori et Teddie, 1998).

Annexe 6 - Détail de la formalisation d'un modèle générique pour l'évaluation de la création de valeur financière du processus logistique.

Le modèle que nous proposons est défini par :

- un ensemble I d'items,
- un ensemble J de business units de la Supply Chain (entrepôt, usine, ...),
- un ensemble K de périodes,
- un ensemble Z de ressources,
- un ensemble B de processus logistiques,
- un ensemble Q de planning.

L'évaluation devra associer l'ensemble I de produits, l'ensemble J des business units de la Supply Chain et l'ensemble K de périodes avec les éléments donnés par l'ensemble Q de planning de production et les ERP des compagnies de la Supply Chain.

Nous définissons, dans un premier temps, les indices, les paramètres et les variables.

Ensembles et Indices

I = ensemble des éléments clients (produit, service), i est un élément client, $i \in I$;

J = ensemble des business units où j est une business unit, $j \in J$;

T = ensemble des périodes où t est une période, $t \in T$;

Q = ensemble des plannings où q est un nombre de planning, $q \in Q$;

Z = ensemble des ressources où z est une de ressources, $z \in Z$;

B = ensemble des activités logistiques où b est 1 activité, $b \in B$.

Paramètres

- ◆ Paramètres fourni par un modèle d'action du flux physique sur une période t pour un planning q

$QF_{i,j,t,q}$	Quantité d'éléments clients i produits par la business unit j
$QV_{i,j,t,q}$	Quantité d'éléments clients i vendus par la business unit j
$QSI_{i,j,t,q}$	Quantité d'éléments clients i en stock initial dans la business unit j
$QSF_{i,j,t,q}$	Quantité d'éléments clients i en stock final dans la business unit j
$r_{i,j,t,z,q}$	Quantité de ressources z consommées par l'élément client i dans la business unit j
$a_{j,t,z,b,q}$	Quantité de ressources z consommées par le processus b dans la business unit j
$h_{i,j,t,b,q}$	Quantité d'inducteur de coûts de l'activité b consommées par l'élément client i dans la business unit j
$D_{i,j,t,q}$	Demande satisfaite pour l'élément client i dans la business unit j

- ◆ Paramètres fournis par le Système d'information des différentes Business Unit pour un planning q durant une période k

$P_{i,j,t,q}$	Prix du marché ou de transferts d'élément client i vendu par la business unit j
$c_{j,t,z,q}$	Coût unitaire d'une ressource z dans la business unit j
$cd_{j,t,b,q}$	Coût unitaire de l'inducteur de coûts du processus b dans une business unit j
$de_{j,t,z,q}$	Délai de paiement pour la ressource z achetée par la business unit j

$dp_{i,j,t,q}$	Délai de paiement pour l'élément client i vendu par la business unit j
----------------	--

Variables

♦ *Variables de décisions pour un planning q durant une période k*

$M_{i,j,t,q}$	Marge ABC produite par un élément client i dans une business unit j
$CF_{j,t,q}$	Cash flow généré dans une business unit j
$PCV_{i,j,t,q}$	Potentiel de Marge ABC pour un produit/service i dans une business unit j

♦ *Variables auxiliaires pour un planning q durant une période k*

$R_{j,t,z,q}$	Coût de consommation de ressources z dans une business unit j
$DC_{i,j,t,q}$	Coût direct global des éléments client i dans une business unit j
$dc_{i,j,t,q}$	Coût direct unitaire d'un élément client i pour une business unit j
$Cabc_{i,j,t,q}$	Coût du processus logistique pour un élément client i dans une business unit j
$CA_{i,j,t,q}$	Chiffre d'affaire de l'élément i dans la business unit j
	Prix de revient d'un élément i dans la business unit j
$CRPF_{i,j,t,q}$	Coût de l'ensemble des éléments client i dans la business unit j
$CRPV_{i,j,t,q}$	Coût de l'ensemble des éléments i vendus dans une business unit j
$SI_{i,j,t,q}$	Valeur du stock initial des éléments clients i d'une business unit j si l'élément client i est stockable
$SF_{i,j,t,q}$	Valeur du stock final d'élément client i d'une business unit j si l'élément client i est stockable
$E_{j,t,q}$	Ressources globales payées par une business unit j
$Rp_{j,t,z,q}$	Ressource z payé par une business unit j
$PP_{j,t,q}$	Chiffre d'affaire réalisée par une business unit j
$Pp_{i,j,t,q}$	Chiffre d'affaire réalisé par l'ensemble des éléments clients i par une business unit j
$CP_{j,t,q}$	Niveau de trésorerie de la business unit j

Pour évaluer un planning q , nous proposons la fonction suivante $F(q)$:

$$\alpha \in R_+, \beta \in R_+, \varphi \in R_+$$

$\forall q \in Q$:

$$(1) \quad F(q) = \sum_{t \in T} \sum_{j \in J} \left[\beta \times CF_{j,t,q} + \sum_{i \in I} \left(\alpha \times M_{i,j,t,q} + \gamma \times PCV_{i,j,t,q} \right) \right]$$

Évaluation de la Supply Chain

$\forall (i, j, t, q) \in I \times J \times T \times Q$:

$$(2) \quad M_{i,j,t,q} = CA_{i,j,t,q} - CRPV_{i,j,t,q}$$

Marge ABC produite par un élément client i dans une business unit j

$$(3) \quad CA_{i,j,t,q} = QV_{i,j,t,q} \times P_{i,j,t,q}$$

Chiffre d'affaire de l'élément i dans la business unit j

$$(4) \quad CRPV_{i,j,t,q} = QV_{i,j,t,q} \times \left(\frac{SI_{i,j,t,q} + CRPF_{i,j,t,q}}{QSI_{i,j,t,q} + QF_{i,j,t,q}} \right)$$

Coût de l'ensemble des éléments i vendus par une business unit j

$$(5) \quad SI_{i,j,t,q} = dc_{i,j,t-1,q} \times QSI_{i,j,t,q}$$

Valeur du stock initial des éléments clients i d'une business unit j si l'élément client i est stockable

$$(6) \quad dc_{i,j,t,q} = \frac{DC_{i,j,t,q}}{QF_{i,j,t,q}}$$

Coût direct unitaire d'un élément client i pour une business unit j

$$(7) \quad DC_{i,j,t,q} = \sum_{z \in Z} (r_{i,j,t,z,q} \times c_{j,t,z,q})$$

Coût direct global des éléments client i dans une business unit j

$$(8) \quad CRPF_{i,j,t,q} = DC_{i,j,t,q} + Cabc_{i,j,t,q}$$

Coût de l'ensemble des éléments client i dans la business unit j

$$(9) \quad Cabc_{i,j,t,q} = \sum_{b \in B} (h_{i,j,t,b,q} \times cd_{j,t,b,q})$$

Coût du processus logistique pour un élément client i dans une business unit j

$$(10) \quad PCV_{i,j,t,q} = (P_{i,j,t,q} - dc_{i,j,t,q}) \times (DC_{i,j,t,q} - QV_{i,j,t,q})$$

Potentiel de marge ABC

$$\forall (j,t,q) \in J \times T \times Q :$$

$$(11) \quad CF_{j,t,q} = PP_{j,t,q} - E_{j,t,q}$$

Cash flow

$$(12) \quad PP_{j,t,q} = \sum_{i \in I} Pp_{i,j,t,q},$$

Evaluation des chiffres d'affaires des entités

$$\forall (i,j,t,q) \in I \times J \times T \times Q :$$

$$(13) \quad Pp_{i,j,t,q} = CA_{i,j,t-h,q} \text{ avec } h = dp_{i,j,t,q},$$

Evaluation des sommes collectées par entité

$$\forall (j, t, q) \in J \times T \times Q :$$

$$(14) \quad E_{j,t,q} = \sum_{z \in Z} Rp_{j,t,z,q}$$

Evaluation du paiement global de chaque entité

$$\forall (j, t, z, q) \in J \times T \times Z \times Q :$$

$$(15) \quad Rp_{j,t,z,q} = R_{j,t-g,z,q} \quad \text{avec } g = de_{j,t,z,q},$$

Evaluation du paiement de ressources dans une entité de la Supply Chain

$$\forall (j, t, z, q) \in J \times T \times Z \times Q :$$

$$(16) \quad R_{j,t,z,q} = c_{j,t,z,q} \times \left(\sum_{i \in I} r_{i,j,t,z,q} + \sum_{b \in B} a_{j,t,b,z,q} \right)$$

Evaluation de la consommation de ressources

Les équations (2) à (9) présentent la marge ABC à partir d'un planning. Notons que l'évaluation des stocks est prise en compte dans l'évaluation globale grâce aux équations (4) à (8). En prenant en compte les équations (2) à (9), l'évaluation de la création de valeur peut être formalisée à partir des éléments donnés par un modèle d'action du flux physique (pour une business unit de la chaîne comme pour la chaîne elle-même). L'équation 17 présente la marge ABC sur l'ensemble de la Supply Chain

$$\forall (t, q) \in T \times Q :$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} M_{i,j,t,q} = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} (QV_{i,j,t,q} \times P_{i,j,t,q}) - \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \left\{ QV_{i,j,t,q} \times \left[\frac{dc_{i,j,t-1,q} \times QSI_{i,j,t,q} + \sum_{z \in Z} (r_{i,j,t,z,q} \times c_{j,t,z,q}) + \sum_{b \in B} (h_{i,j,t,b,q} \times cd_{j,t,b,q})}{QSI_{i,j,t,q} + QF_{i,j,t,q}} \right] \right\}$$

(17) Marge ABC dans la Supply Chain

Les équations (11) à (16) permettent aux managers d'évaluer les niveaux des flux financiers dans une Supply Chain. Les équations (14) et (15) présentent le lien entre le modèle ABC et l'évaluation des flux financiers à partir des consommations de ressources et des délais de paiements. Les équations (2) à (16) permettent notamment de présenter la formalisation suivante de l'évaluation des flux financiers pour la Supply Chain dans l'équation (18)

$$\forall (t, q) \in T \times Q$$

$$\sum_{j \in J} CF_{j,t,q} = \sum_{j \in J} \left\{ \sum_{i \in I} (QV_{i,j,t-h,q} \times P_{i,j,t-h,q}) - \sum_{z \in Z} \left[c_{j,t-g,z,q} \times \left(\sum_{i \in I} r_{i,j,t-g,z,q} + \sum_{b \in B} a_{j,t-g,b,z,q} \right) \right] \right\}$$

(18) Evaluation des flux financiers

L'équation 19 permet de décider parmi les plans qui possèdent la même marge ABC et les mêmes niveaux de flux financiers. Les plannings seront départagés par la fonction d'évaluation : le planning qui possède la plus haute valeur sera choisi.

$$\forall (t, q) \in T \times Q$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} PCV_{i,j,t,q} = \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} \left\{ \left[P_{i,j,t,q} - \frac{\sum_{z \in Z} (r_{i,j,t,z,q} \times c_{j,t,z,q})}{QF_{i,j,t,q}} \right] \times \left[\sum_{z \in Z} (r_{i,j,t,z,q} \times c_{j,t,z,q}) - QV_{i,j,t,q} \right] \right\}$$

(19) Evaluation du potentiel de Marge ABC

Annexe 7 - Une approche pour l'optimisation des cash flow d'une business Unit de la Supply Chain

L'objet de cette approche est de proposer un programme linéaire en nombre entier pour résoudre à un niveau opérationnel le problème d'optimisation des cash flow dans une business unit de la chaîne. A un haut niveau d'abstraction, nous pouvons également considérer que la Supply Chain est elle même une business unit. Ainsi, l'approche et la modélisation que nous proposons, réalisée en collaboration avec S.Bertel et O. Roux (Bertel *et al.*, 2003, 2005, 2006) à l'aide d'un programme linéaire en nombre entier permet d'optimiser le niveau de trésorerie d'une business unit en fonction des éléments du flux clients (par exemple l'ordonnancement des commandes clients permettant de maximiser le niveau de cash flow). Pour ce faire, nous proposons d'utiliser la formalisation du flow shop hybride en supposant que chaque machine correspond à un processus élémentaire de la business unit modélisée.

Les cash flow globaux de la business unit sont ainsi optimisés au niveau opérationnel, et l'ordre de passage des éléments clients permet d'optimiser le niveau de trésorerie. Ainsi, la formulation de ce modèle d'action issue du couplage de l'approche proposée au paragraphe et des travaux sur le flow shop hybride (Grangeon, 2001) est donnée dans la suite de cette annexe. Nous donnons la formulation de ce programme linéaire dans un premier temps, présentons une heuristique pour résoudre ce problème, puis présentons une borne supérieure pour ce problème de maximisation.

Modèle linéaire

Données :

P	Nombre de périodes.
C	Nombre de clients.
N	Nombre de types d'éléments clients (produit, commande, prestation...).
E	Nombre d'étages.
$g(l)$	Ensemble de processus capable de réaliser le traitement l.
$d_{j,p,c}$	Demande d'élément j pour le client c sur la période p.
$Cap_{k,p}$	Capacité de la business unit k pour la période p.
$P_{j,k,l}$	Temps de traitement de la l ^{ième} opération pour le produit/la prestation j dans l'usine k.
h_j	Coût de stockage pour l'élément client j par période.
$Pv_{j,c,p}$	Prix de l'élément client j payé par le client c.
$Pa_{j,p}$	Prix d'achat des matières premières pour l'élément client j.
$Vmin_{j,p}$	Stock de sécurité nécessaire pour l'élément client j
$\Delta_{f,p}$	Délai de paiement maximal pour payer les fournisseurs.
$\Delta_{c,p}$	Délai de paiement maximal des client.
Stockmax	Stock maximal de la chaîne.
Cashmin	Position de trésorerie minimale.
Nop_j	Nombre d'opérations pour le produit j.
$Cu_{j,k,l}$	Coût de production de la l ^{ième} opération sur l'élément client j dans la business unit k.
$Cstock_{j,c}$	Coût de stockage du produit j pour le client c.

Variables

$Y_{j,k,e,p}$	Nombre d'éléments clients j traités par la business unit k durant la période p.
$Z_{j,p}$	Nombre d'éléments clients j traités dans la Supply Chain durant la période p.
E_p	Recettes encaissées par la Supply Chain durant la période p.
A_p	Dépenses payées par la Supply Chain Durant la période p.
CP_p	Coût de production total pour la période p.
$Cstock_p$	Coût de stockage total pour la période p.
$Cash_p$	Trésorerie disponible pendant la période p.
$Stock_{j,p}$	Valorisation du stocks d'éléments clients j à la fin de la période p.

$Cash_M$	Trésorerie moyenne.
$CashF_p^+$	Somme des variations positives de la trésorerie au cours de la période p.
$CashF_p^-$	Somme des variations négatives de la trésorerie au cours de la période p.
$CashF_p$	Somme des variations positives et négatives de la trésorerie au cours de la période p.

La fonction objectif cherche à maximiser la position moyenne de la trésorerie.

Contraintes

- La contrainte (1) donne la valeur du stock global à la fin de la période p

$$Stock_{j,p} = \sum_{t \leq p} Z_{j,t} - \sum_{t \leq p} \sum_{c=1}^C d_{j,p,c} \quad \forall j,p$$

- La contrainte (2) permet de respecter la demande client

$$\sum_{k \in g(E)} y_{j,k,E,p} = Z_{j,p} \quad \forall j,p$$

$$Z_{j,p} \geq \sum_{c=1}^C d_{j,p,c} - Stock_{j,p-1} \quad \forall j,p$$

- La contrainte (3) permet de respecter les niveaux de stock minimum et maximum

$$Stock_{j,p} \geq Vmin_{j,p} \quad \forall j,p$$

- La contrainte (4) garantit le stockage des éléments clients non vendus

$$\sum_{j=1}^N Stock_{j,p} \leq Stockmax \quad \forall p$$

- La contrainte (5) permet de supposer que le nombre d'élément clients traité à l'étage l-1 est le même qu'à l'étage l

$$\sum_{k \in g(l-1)} y_{j,k,l-1,p} = \sum_{k \in g(l)} y_{j,k,l,p} \quad \forall j,l,p$$

- La contrainte (6) permet de respecter la capacité de traitement de chaque business unit

$$\sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^E P_{j,k,l} \times y_{j,k,l,p} \leq Cap_{k,p} \quad \forall k,p$$

- La contrainte (7) permet de déterminer les recettes clients pendant la période p

$$E_p = \sum_{j=1}^N \sum_{c=1}^C d_{j,p-\Delta c,c} \times Pv_{j,c} \quad \forall p$$

- La contrainte (8) détermine le montant des dépenses de la période p

$$A_p = \sum_{j=1}^N \sum_{c=1}^C z_{j,p-\Delta f,c} \times Pa_j \quad \forall p$$

- La contrainte (9) détermine le coût de production global de la période p

$$CP_p = \sum_{j=1}^N \sum_{k \in g(l)} \sum_{l=1}^E y_{j,k,l,p} \times Cu_{j,k,l} \quad \forall p$$

- La contrainte (10) détermine les coûts de stockage durant la période p

$$Cstock_p = \sum_{j=1}^N h_j \times Stock_{j,p} \quad \forall p$$

- La contrainte (11) définit la position de trésorerie à la fin de la période p

$$Cash_p = Cash_{p-1} - A_p - CP_p - Cstock_p + E_p \quad \forall p$$
- La contrainte (12) permet de respecter la position minimale de la trésorerie

$$Cash_p \geq Cashmin \quad \forall p$$
- La fonction objectif est la suivante sur la période p :

$$Cashposition = \frac{\sum_{p=1}^{P+\Delta_c} Cash_p}{P + \Delta_c} \quad \forall p$$

Ce modèle est implanté sous AMPL et testé avec de petites instances en utilisant le solveur CPLEX. Les problèmes industriels ne peuvent être résolus à cause de leur taille, aussi nous proposons une heuristique permettant leur résolution dans le paragraphe suivant.

Une heuristique pour un ordonnancement "financier" dans les Business Unit

Dans ce paragraphe, nous donnons une heuristique représentant la prise de décision des managers sur l'horizon de planification. Ainsi, au début de chaque période, une règle financière donne la liste des travaux à mener. Nous proposons un ensemble de règles qui sont utilisées dans l'industrie. Cet algorithme affecte les travaux, période par période, en partant de la dernière période, ceci afin de pouvoir anticiper les capacités de production. Nous proposons également une borne supérieure pour ce problème.

Les règles de sélection de priorité testées sont les suivantes :

- 1) Par ordre décroissant de la marge moyenne sur le produit selon le client

$$\left[\frac{\sum_p Pv_{j,p,c}}{P} - \left[\frac{\sum_p Pa_{j,p} + Cu_{j,p}}{P} \right] \right]$$

- 2) Par ordre décroissant du délai de paiement client Δc
- 3) Par ordre croissant du délai de paiement fournisseur pour chaque produit Δf
- 4) Par ordre croissant du coût de stockage h_j pour le produit j
- 5) Par ordre décroissant des volumes clients

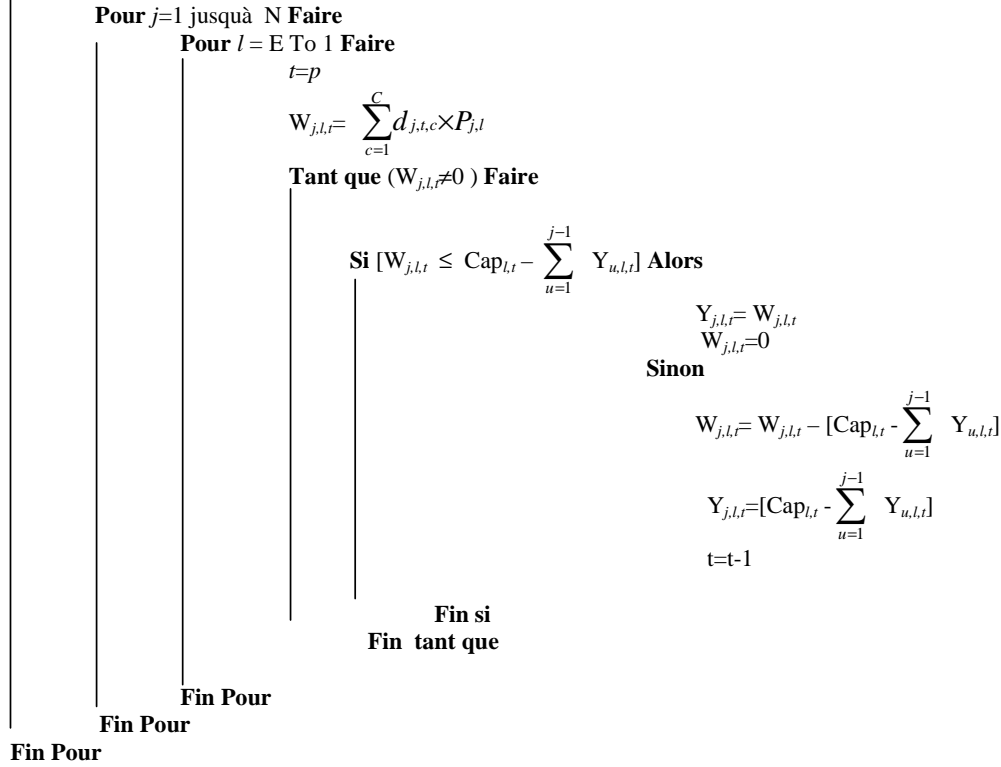
$$\sum_j \sum_p d_{j,p,c}$$

Dans l'algorithme 1 :

- $W_{j,l,t}$ signifie travaux à faire pour l'élément client j durant la période p pour le traitement l ;
- $Y_{j,l,p} = \sum_{k \in g(l)} Y_{j,k,l,p} \quad \forall j,l,p$
- $P_{j,l} = \frac{\sum_{k \in g(l)} P_{j,k,l}}{Card[g(l)]} \quad \forall j,l$

Pour $p=P$ jusqu'à la période -1 Faire

Au début de chaque période, sélectionner le produit en utilisant une règle pour le flux physique ou le flux financier. Cette règle est la suivante : Marge unitaire la plus grande, puis valeur en stock la plus faible...



Algorithme 1. Une heuristique pour la planification opérationnelle

Détermination de la borne supérieure pour ce problème de maximisation

Dans ce problème nous maximisons le niveau de trésorerie moyen sur P périodes.

$$Cash_M = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p Cash_i = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (Cash_{i-1} + CashF_i)$$

$$Cash_M = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (Cash_0 + \sum_{j=1}^i CashF_j) = Cash_0 + \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^i CashF_j$$

$$Cash_M = Cash_0 + \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (p+1-i) \cdot CashF_i$$

La première hypothèse apportée pour la définition de la borne supérieure est que nous supposons que tous les encaissements sont effectués au cours de la première période et les décaissements à la dernière période, ce qui donne :

$$Cash_M = Cash_0 + \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (p+1-i) \cdot (CashF_p^+ + CashF_p^-) \quad Cash_M < Cash_0 + \sum_{i=1}^p (CashF_p^+ + \frac{1}{p} CashF_p^-)$$

On a :

$$\sum_{i=1}^p CashF_i = \sum_c \sum_j \sum_p [Pv_{j,p,c} - (Pa_{j,p'+\Delta f} + Cu_{j,p''+\Delta c} + Cstock_{j,c})] * D_{j,p,c} \text{ avec } p' \leq p'' \leq p$$

donc

$$\sum_{i=1}^p (CashF_p^+ + \frac{1}{p} CashF_p^-) =$$

$$\sum_c \sum_j \sum_p \left[\left[Pv_{j,p,c} - \frac{1}{p} (Pa_{j,p'+\Delta f} + Cu_{j,p''+\Delta c} + Cstock_{j,c}) \right] * D_{j,p,c} \right]$$

Afin de simplifier les calculs de la borne, nous considérons que les coûts de stockage sont nuls ; nous relaxons la contrainte de capacité, et nous considérons que la seule contrainte temporelle est celle liée à la date de livraison au client. Il est dès lors possible de donner un majorant de $\sum_{i=1}^p (CashF_p^+ + \frac{1}{p} CashF_p^-)$.

Pour cela les matières premières et la date de fabrication sont sélectionnées de façon disjointe, de manière à minimiser leurs coûts tout en respectant les dates d'échéance.

$$\sum_{i=1}^p (CashF_p^+ + \frac{1}{p} CashF_p^-) <$$

$$\sum_c \sum_j \sum_p \left[\left[Pv_{j,p,c} - \frac{1}{p} (\min_{p' \leq p} Pa_{j,p'} + \min_{p'' \leq p} Cu_{j,p''}) \right] * D_{j,p,c} \right]$$

La borne supérieure, pour ce problème de maximisation est donc la suivante :

$$BS = Cash_0 + \sum_c \sum_j \sum_p \left[\left[Pv_{j,p,c} - \frac{1}{p} (\min_{p' \leq p} Pa_{j,p'} + \min_{p'' \leq p} Cu_{j,p''}) \right] * D_{j,p,c} \right]$$

Données numériques pour le problème du chapitre 5

Tous les éléments monétaires sont donnés en kilo euro K€

Données initiales: N=2; P=12 C=1

	Valeurs
CASH ₀	100000
STOCK MAX	30000
Cashmin	-60000

Valeur pour la trésorerie et le stock max autorisé.

Constante	Filière Européenne	Filière Américaine
Coût de stockage	0.5	1
Δ_f	+ 7 jours	+7 jours
Δ_c	+14 jours	+14 jours

Délai de paiement et coûts de stockage

Atelier	Lavage	Fraisage	Fraisage	Fraisage	Passage Moule	Assemblage Palette
Filière Européenne	1	1	1	1	1	1
Filière Américaine	2	2	2	2	2	2

Temps de traitement (heures)

Cu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Filière Européenne	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	2/4	2/4	1/4	1/4	1/4	1/2
Filière Américaine	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1/2	1/2	1/2	1

Coût de production

Pa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Filière Européenne	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2
Filière Américaine	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	4	4

Prix des matériaux

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Filière Européenne	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Filière Américaine	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7

Prix de vente

Atelier	Lavage	Fraisage	Fraisage	Fraisage	Passage Moule	Assemblage Palette
Capacité	40000	13333	13333	13334	40000	40000

capacité de traitement de chaque atelier

Période (Semaine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Commandes pour la filière Européenne	1000 0	1000 0	1000 0	5000	5000	2000 0	2000 0	1500 0	2000 0	5000	5000	1000 0
Commande Pour la filière Américaine	1000	1000	1000	500	5000	5000	5000	1000	1000	1000	500	1000

demande et niveau de stock pour la filière européenne

Période (Semaine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demande sur la filière européenne	5000	5000	5000	5000	20000	20000	5000	5000	5000	5000	20000	20000
Stock minimum	500	500	500	500	5000	5000	500	500	500	500	5000	5000

demande et niveau de stock pour la filière américaine

Annexe 8 - Données supplémentaires relativement à la Supply Chain de M

Cette annexe est une adaptation et un résumé de l'appel d'offre fourni par M. L'ensemble des éléments donnés dans cette annexe constitue des exemple de données pro forma équivalentes à celles fournies par le supply chain manager de la firme M.

L'annexe 8.1 présente la capacité de chaque usine en équivalent produit par période ;

L'annexe 8.2 présente un exemple des prévisions industrielles et commerciales de M pour les 12 mois à venir.

L'annexe 8.3 présente un exemple de codification adoptée par l'ensemble des partenaires de M qui permet traçabilité des produits et la communication entre les différents partenaires de la Supply Chain.

L'annexe 8.4 présente le détail des contraintes sur les flux physiques et financiers.

Annexe 8.1 Disponibilité globale des différentes usines en équivalent produit par période

Compte tenu des contrats passés par les différents partenaires de M avec d'autres partenaires, la capacité disponible, site par site et mois par mois que les acteurs de la Supply Chain peuvent consacrer aux produits de M sur les périodes à venir est donnée par le tableau 69.

Usine	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Capacité trav
U11	130000	126000	133000	123000	125000	130000	121000	77000	124000	128000	121000	110000	1325000
U10	59000	57000	60000	56000	57000	59000	55000	35000	56000	58000	55000	50000	601000
U9	59000	57000	60000	56000	57000	59000	55000	35000	56000	58000	55000	50000	601000
U8	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U7	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U6	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U5	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U4	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U3	22000	21000	22000	21000	21000	22000	20000	13000	21000	22000	20000	18000	222000
U2	65000	64000	67000	62000	63000	66000	61000	39000	63000	65000	61000	55000	669000
U1	65000	64000	67000	62000	63000	66000	61000	39000	63000	65000	61000	55000	669000

Tableau 69. Les disponibilités des différentes usines sur les 12 prochains mois.

Annexe 8.2 Produits fabriqués et distribués par la Supply Chain de la firme M : le Plan industriel et commercial de M pour les mois à venir :

L'offre commerciale de M est constituée par vingt familles de produits (appelés A,B,...T). Chaque produit est ensuite numéroté par famille (A1, A2, A3, ...).

Le plan industriel et commercial sur les 12 prochains mois est connu par le Supply Chain Manager de M. Il a été effectué par les services marketing de la firme M. Les capacités disponibles des différents partenaires de M sont également connues par le supply chain manager de M. Le plan industriel et commercial est donné par le tableau 70.

Famille de produit		Type	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
A	A1		6000	6000	6000	6000	6000	7000	6000	2000	7000	7000	6000	5000
	A2		3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	1000	3000	3000	3000	2000
	A3		14000	17000	22000	18000	14000	20000	16000	9000	13000	17000	12000	10000
B	B1		5000	5000	6000	6000	5000	6000	6000	2000	6000	6000	5000	4000
	B2		2000	2000	3000	3000	2000	3000	3000	1000	3000	3000	2000	2000
	B3		13000	15000	19000	16000	12000	18000	14000	8000	12000	15000	11000	9000
C	C1		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	0	2000	2000	2000	1000
	C2		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	0	1000	1000	1000	0
	C3		4000	5000	7000	6000	4000	6000	5000	3000	4000	5000	4000	3000
D	D1		1000	1000	1000	1000	1000	2000	1000	0	1000	2000	1000	1000
	D2							1000				1000		
	D3		4000	4000	6000	5000	3000	5000	4000	2000	3000	4000	3000	2000
E	E1		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		1000	1000	1000	1000
	E2													
	E3		3000	4000	5000	4000	3000	5000	4000	2000	3000	4000	3000	2000
F	F3		5000	6000	7000	6000	5000	7000	5000	3000	4000	6000	4000	3000
G	G3		4000	5000	7000	5000	4000	6000	5000	3000	4000	5000	4000	3000
H	H3		4000	5000	6000	5000	4000	6000	4000	2000	4000	5000	3000	3000
I	I3		4000	4000	6000	5000	3000	5000	4000	2000	3000	4000	3000	2000
J	J3		3000	4000	5000	4000	3000	5000	4000	2000	3000	4000	3000	2000
K	K3		3000	4000	5000	4000	3000	4000	3000	2000	3000	4000	3000	2000
L	L3		3000	4000	5000	4000	3000	4000	3000	2000	3000	3000	2000	2000
M	M3		3000	3000	4000	4000	3000	4000	3000	2000	2000	3000	2000	2000
N	N3		3000	3000	4000	3000	2000	4000	3000	2000	2000	3000	2000	2000
O	O3		3000	3000	4000	3000	2000	4000	3000	1000	2000	3000	2000	2000
P	P3		2000	3000	4000	3000	2000	3000	3000	1000	2000	3000	2000	2000
Q	Q3		1000			1000		1000	4000	3000	4000	6000	7000	3000
R	R3		1000			1000		1000	4000	3000	4000	6000	6000	3000
S	S3		1000			1000		1000	4000	3000	3000	6000	6000	3000
T	T3		10000			1000		1000	3000	3000	3000	6000	6000	3000
A distribuer par période			100000	110000	139000	122000	91000	136000	121000	64000	105000	138000	109000	79000

Tableau 70. Exemple de plan industriel et commercial de la firme M.

Annexe 8.3 La traçabilité dans la Supply Chain de M

Pour pouvoir suivre la production et les produits chez ses fournisseurs, M a mis au point un code produit qui lui permet d'assurer la traçabilité des différents produits.

La première lettre correspond à la famille de produit et au type de plateforme utilisé à l'étape 3. C'est le passage sur la plateforme industrielle dans la chaîne de production qui permet de caractériser les familles de produits. Le premier chiffre après le symbole « plateforme » donne les caractéristiques matière première pour le produit. Les chiffres après le tiret donnent le passage dans les différents sites :

C2-269 signifie produit de la famille C, nécessitant les matières premières de type 2, étant passé par l'usine 2 pour l'étape 1, l'usine 6 pour l'étape 2 et l'usine 9 pour l'étape 3.

Le tableau 71 explique le principe de la codification utilisée pour la traçabilité des produits dans la Supply Chain de M.

Ce code produit est repris par l'ensemble des partenaires de M, et utilisé par l'ensemble des partenaires dans leur système d'information.

Famille de produit	Type	Codification de traçabilité	Etape 4 U11	Etape 3		Etape2							
				U10 = 10	U9=9	U8=8	U7=7	U6=6	U5=5	U4=4	U3=3		
A	A1	A1-139	Produit de type A1(platforme A, outillage et matière première pour produit 1) passant par U1 à l'étape 1, U3 à l'étape 2 et U9 à l'étape 3										
		A1-269	Produit de type A1(platforme A, outillage et matière première pour produit 1) passant par U2 à l'étape 1, U6 à l'étape 2 et U9 à l'étape 3										
	A2	A2-139	Produit de type A2(platforme A, outillage et matière première pour produit 2) passant par U1 à l'étape 1, U3 à l'étape 2 et U9 à l'étape 3										
		A2-1310	Produit de type A2(platforme A, outillage et matière première pour produit 2) passant par U1 à l'étape 1, U3 à l'étape 2 et U10 à l'étape 3										
	A3	A31-139	Produit déclassé de type A1(platforme A, outillage et matière première pour produit 1) passant par U1 à l'étape 1, U3 à l'étape 2 et U9 à l'étape 3										
		A32-139	Produit déclassé de type A2(platforme A, outillage et matière première pour produit 2) passant par U1 à l'étape 1, U3 à l'étape 2 et U9 à l'étape 3										

Tableau 71. La traçabilité des produits dans la supply chain de M

Annexe 8.4 Ensemble des contraintes

Les contraintes concernant l'élaboration du collaborative planning de la supply chain sont de deux types : elles concernent le flux physique, le flux financier.

Les relations entre les usines sont expliquées par le tableau 72.

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11
U1		CC	F	F	F				Fi	Fi	Fi
U2	CC					F	F	F	Fi	Fi	Fi
U3	C			CC	CC				F	F	Fi
U4	C		CC		CC				F	F	Fi
U5	C		CC	CC					F	F	Fi
U6		C					CC	CC	F	F	Fi
U7		C				CC		CC	F	F	Fi
U8		C				CC	CC		F	F	Fi
U9	Ci	Ci	C	C	C	C	C	C		CC	F
U10	Ci	Ci	C	C	C	C	C	C	CC		F
U11	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	C	C	

Légende : CC = concurrent ; F = Fournisseur ; Fi = Fournisseur indirect ; C = Client ; Ci = Client direct.

Tableau 72. Position des relations entre les Business Units dans la Supply Chain

Lire le tableau de haut en bas en commençant par U1.

Exemple :

- U1 est le concurrent de U2, le fournisseur de U3, U4, U5, le fournisseur indirect de U9, U10 et U11.
- U3 est le client de U2, le concurrent de U4 et U5, le fournisseur de U9 et U10 et le fournisseur indirect de U11.

Les contraintes sur le flux physiques :

Les contraintes au niveau de U11

Les contraintes concernant le flux physique sont multiples :

- Type de produit par produit,
- un stock minimum (qui permet de faire face à une variation brusque de la demande) et
- un stock maximum (qui correspond à des normes financières du groupe M. Le stock initial (au 31/12/N) est donné également dans le tableau 73.
- De plus, au niveau de U11, certains produits sont obligatoirement déclassés pour être vendus sous des marques distributeurs. Identiques, en dehors du packaging, aux produits non déclassés, leur fabrication doit être intégrée au niveau du planning de l'ensemble des partenaires de la chaîne logistique. Le temps de production de n'importe quel produit sur la ligne de montage est le même.

Famille de produit	Type	Normes de stock		
		Mini	Maxi	Stock initial
A	A1	3167	5454	4766
	A2	1417	2440	2278
	A3	8292	14280	9843
B	B1	2375	3818	3155
	B2	1000	1608	1289
	B3	6292	10114	9133
C	C1	1875	6390	2997
	C2	875	2982	1257
	C3	5167	17607	14083
D	D1	1583	6001	5960
	D2	667	2527	794
	D3	4417	16740	5162
E	E1	1375	5653	3003
	E2	458	1884	1533
	E3	3833	15760	11903
F	F3	5583	24510	6987
G	G3	5000	23181	13089
H	H3	4583	22263	14406
I	I3	4208	21286	16822
J	J3	3958	20747	11060
K	K3	3708	20063	12470
L	L3	3500	19483	11212
M	M3	3292	18802	16026
N	N3	3167	18518	10789
O	O3	3042	18174	13254
P	P3	2917	17776	5677
Q	Q3	11167	46209	27396
R	R3	10667	44555	28668
S	S3	10333	43177	17833
T	T3	10000	41895	36561

Tableau 73. Normes de stock et stock initial de produits finis dans U11

Après le passage dans l'usine 11 (appartenant à M), un certain nombre de produits sont déclassés pour des raisons de qualité, mais aussi pour des raisons marketing. Par exemple, 10% de la production des A1, quel que soit leur niveau de qualité, sont systématiquement déclassés en A3 et 5% des A2 sont déclassés en produits A3. Le tableau 74 explique les principes de déclassement de la production au niveau de l'étape 4.

Famille de produit	Type	Etape 4	Etape 3		Etape2							Etape 1
		U11	U10 = 10	U9=9	U8=8	U7=7	U6=6	U5=5	U4=4	U3=3	U2=2	
A	A1	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	A2	Déclassement de 5% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	A3	Produit déclassé										
B	B1	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	B2	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	B3	Produit déclassé										
C	C1	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	C2	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	C3	Produit déclassé										
D	D1	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	D2	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	D3	Produit déclassé										
E	E1	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	E2	Déclassement de 10% de la production de A1 en A3 au niveau de l'étape 4.										
	E3	Produit déclassé										

Tableau 74. Le déclassement des produits de la firme M.

Les contraintes de production au niveau de U10 et U9

Au niveau de U10 et de U9, le changement de plateforme possible, par période (le mois) est limité à 13 par le fournisseur D. Au-delà de 13 changements, D facture à M 15000\$ par changement de plateforme. De plus, chaque changement de plateforme diminue la capacité de production de 350 produits sur la période, constituant un manque à gagner pour l'ensemble des partenaires de la chaîne. Le temps de production de n'importe quel produit sur la ligne de montage est le même.

Les contraintes de production au niveau de U8, U7, U6 et U5, U4, U3 :

Compte tenu du travail en flux tendu entre U10 et U8, U7, U6 puis U5, U4, U3, et U9, chaque groupe d'usine de l'étape 2 (groupe Europe et groupe US) ne peut fonctionner qu'avec un seul type de composant correspondant à ceux définis pour la plateforme de l'étape 3. Le temps de production de n'importe quel produit sur la ligne de montage est le même, ou tout du moins cette contrainte n'est pas discriminante.

Les contraintes de production au niveau de U1 et U2

Compte tenu du travail en flux tendu entre U1 avec U3, U4, U5, et U2 avec U6, U7, U8, chaque usine de l'étape 1 ne peut travailler que sur l'usinage de composants correspondant à ceux définis à l'étape 2. Le temps de production de n'importe quel produit sur la ligne de montage est le même.

Les contraintes sur le flux financier :

Les contraintes sur le flux financier sont de trois ordres : elles concernent les délais de paiement entre les firmes, les taux de change entre les devises, le niveau de trésorerie.

Délai de paiement

- ♦ Le délai de paiement à l'intérieur de la supply chain de M est fonction du délai exprimé par les clients finaux de M. Chaque famille de produit n'est pas distribuée par le même canal de distribution, et chaque canal a des pratiques et des délais différents.
- ♦ Un exemple de prix de marché entre les partenaires de la Supply Chain sont exprimés dans la devise du fabricant pour chacun des produits, à chaque étape de la Supply Chain dans le tableau 75.
- ♦ Le prix des plateformes utilisées à l'étape 3 et achetés à F est donné dans le tableau 76. Une plateforme n'est utilisable qu'une fois.
- ♦ Le tableau 77 donne la répartition au niveau des coûts de capacité de chaque entité (U1...jusqu'à U11) entre charges réelles et calculées et le délai de paiement de chaque entité pour ses coûts de capacité (ne sont payées que les charges réelles). Ce tableau donne également pour les coûts variables de chaque entité le délai de paiement. Pour les usines qui ne sont pas intégrées dans la firme M, les données financières les concernant ont été estimées par rapport à la norme du secteur.

	Etape 4	Etape3	Etape 2	Etape1	Etape 2	Etape 1	Etape 0
Type	Prix (€) de M aux centrales d'achat	Prix (\$) de D à M	Prix (\$) de C à D ou M	Prix (\$) de C à D (Et1)	Prix (€) de A et B à M ou à	Prix (€) de A à B	Prix (\$) des matières premières à A et C
A1	40	20	8	4	8	4	1
A2	60	32	16	6	16	6	2
A3	40	0	0	0	0	0	0
B1	40	20	8	4	8	4	1
B2	60	32	16	6	16	6	2
B3	40	40		0	0	0	0
C1	40	20	8	4	8	4	1
C2	60	32	16	6	16	6	2
C3	40	40		0	0	0	0
D1	40	20	8	4	8	4	1
D2	60	32	16	6	16	6	2
D3	40	40		0	0	0	0
E1	40	20	8	4	8	4	1
E2	60	32	16	6	16	6	2
E3	40	40		0	0	0	0
F3	40	20	10	5	10	5	2
G3	40	20	10	5	10	5	2
H3	40	20	10	5	10	5	2
I3	40	20	10	5	10	5	2
J3	40	20	10	5	10	5	2
K3	40	20	10	5	10	5	2
L3	40	20	10	5	10	5	2
M3	40	20	10	5	10	5	2
N3	40	20	10	5	10	5	2
O3	40	20	10	5	10	5	2
P3	40	20	10	5	10	5	2
Q3	40	20	10	5	10	5	2
R3	40	20	10	5	10	5	2
S3	40	20	10	5	10	5	2
T3	40	20	10	5	10	5	2

Tableau 75. les prix des composants et des produits finis dans la Supply Chain de M

Famille de produit	Prix de la plateforme (€)	Délai de paiement
A	15000	30 j fin de mois
B	15000	30 j fin de mois
C	15000	30 j fin de mois
D	15000	30 j fin de mois
E	15000	30 j fin de mois
F	6000	30 j fin de mois
G	6000	30 j fin de mois
H	6000	30 j fin de mois
I	6000	30 j fin de mois
J	6000	30 j fin de mois
K	6000	30 j fin de mois
L	6000	30 j fin de mois
M	6000	30 j fin de mois
N	6000	30 j fin de mois
O	6000	30 j fin de mois
P	6000	30 j fin de mois
Q	6000	30 j fin de mois
R	6000	30 j fin de mois
S	6000	30 j fin de mois
T	6000	30 j fin de mois

Tableau 76. Prix des plateformes et délai de paiement.

Usine	Coûts de capacité		Coûts variables
	% dépenses réelles	délai de paiement	Délai de paiement
U11	80%	fin de période	fin de période
U10	60%	fin de période	fin de période
U9	60%	fin de période	fin de période
U8	60%	fin de période	fin de période
U7	60%	fin de période	fin de période
U6	60%	fin de période	fin de période
U5	60%	fin de période	fin de période
U4	60%	fin de période	fin de période
U3	60%	fin de période	fin de période
U2	80%	fin de période	fin de période
U1	80%	fin de période	fin de période

Tableau 77. Délai de paiement des décaissements des autres charges du flux logistique de chaque usine.

Parité entre chaque devise

Compte tenu des possibilités de couverture de change, la parité Euro/dollars retenu dans le cas est de 1\$ = 0.9€. Cependant, à terme, l'impact des changes dans la sélection des fournisseurs (Canal Europe/ Canal Américain) devra être mesurable.

Niveau de trésorerie et impact des périodes précédentes :

Le tableau 78 présente, firme par firme un exemple d'impact des périodes précédents la mise en place du collaborative planning sur leur flux de trésorerie. Le Supply Chain manager devra tenir compte de ce type d'impact sur le niveau de trésorerie dans les périodes suivantes.

Dépenses M	A	B	C	D	F	
Décembre	134000	266000		800000	200000	
Recettes M						
Octobre	6200000		payé en janvier			
Novembre	4900000		payé en février			
Décembre	3200000		payé en mars			
D	A	B	C	D	Fmondiaux	M
Recettes	0	0	0	X	0	800000
Décaissement	0	0	333333	X	0	0
C	A	B	C	D	Fmondiaux	M
Recettes	0	0	X	333333	0	0
Décaissement	0	0	X	0	66000	0
B	A	B	C	D	Fmondiaux	M
Recettes	0	X	0	0	0	266000
Décaissement	133000	X	0	0	0	0
A	A	B	C	D	Fmondiaux	M
Recettes	X	133000	0	0	0	134000
Décaissement	X	0	0	0	66000	0

Tableau 78. L'impact des périodes précédentes sur le niveau de trésorerie des périodes à venir

Le tableau 79 présente ci après un exemple de niveaux de trésorerie acceptable pour la société M. Le supply chain manager de M ne connaît pas les niveaux de ses partenaires, mais, compte tenu de la difficulté pour trouver un remplaçant à un fournisseur défaillant (environ 6 mois), M préfère que les plannings de travail ses

n'affectent pas de manière négative ses partenaires. Aussi, par défaut, nous supposons que la trésorerie initiale des partenaires de M est de 0 au premier janvier N.

Une trésorerie positive a un impact de 1,2% par an (0,12% par mois) sur le flux financier, encaissable la période suivante, tandis qu'une trésorerie négative a un impact de 6% par an payable le mois après. De plus, il existe un seuil que la société M ne peut pas dépasser sous réserve de se retrouver en cessation de paiement.

Le tableau 79 résume ces différents points.

	M	A	B	C	D
Trésorerie initiale	500000	0	0	0	0
Seuil interdit	-1500000	0	0	0	0
Trésorerie positive	1,2% /an, soit 0,12% par mois payable le mois suivant				
Trésorerie négative	6% par an soit 0,5% par mois payable la période suivante				

Tableau 79. Trésorerie initiale et les modalités de son financement.

Annexe 9 - Un exemple de modélisation par processus multiples et incrémentiels pour la Supply Chain de M

Un exemple de résultats par technologie de réalisation (procédé) sont présentés de manière incrémentielles :

- au niveau d'un atelier de la BU 5 dans le tableau 80 (circuits traversés lors du processus de moulage d'un produit) ;
- au niveau de la BU 5 dans le tableau 81 (circuits traversés par le processus logistique) ,
- au niveau de la Supply Chain (Intégration du processus logistique).

	Début du circuit - Fusion	Point de création - Assemblage	Découpe	Grenaillage	Tri	Conditionnement	Point d'extinction - Expédition
F1	x	x	x	x	x	x	x
F2	x	x	x	x	x	x	x
F3	x	x	x	x	x	x	
F4	x	x	x	x	x	x	
F5	x	x	x	x	x	x	
F6	x	x	x	x	x	x	

Tableau 80. Description des circuits traversés lors du processus d'assemblage d'un produit sur une plateforme dans la business unit 5

	Installer Plate-forme	Sortir Stock	Lavage	Fraisage	Lavage	Fraisage	Assemblage sur plate-forme	Lavage	Assemblage en Palette	Transport vers B6
F1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tableau 81. Description des circuits traversés pour le processus logistique dans la business Unit 5

Le tableau 82 présente les caractéristiques des processus modélisés dans le cadre du modèle de connaissance de la Supply Chain de M.

La figure 190 présente la chaîne de valeur du processus logistique détaillé pour la Supply Chain de M.

Nous ne montrons ici que la décomposition du processus Assemblage, réalisée dans la business unit 5 et qui constitue le goulet d'étranglement de la Supply Chain de M (figure 191). Cependant, pour chaque macro-processus, une même analyse est réalisée. Le passage d'une vision mesoscopique à une vision microscopique est réalisée par la décomposition d'un processus en processus élémentaire jugé non décomposable par l'expert en modélisation (par rapport à l'objet de l'étude. Par exemple la figure 192 montre la décomposition du processus "Passage sur plateforme" en processus élémentaire.

Type de Figure, nombre de Schéma réalisés	Niveau de granularité
Chaîne de valeur du Processus logistique de la Supply Chain de M (1 schéma)	Macroscopique / Chaîne globale
Chaîne de valeur des Macro-processus de la Supply Chain de M (1 schéma)	Macroscopique / Chaîne Globale
Chaîne de valeur du processus logistique détaillée de la Supply Chain de M (1 schéma)	Mesoscopique / Chaîne globale
Chaîne de valeur de Processus (4)	Mesoscopique / Usine
Processus élémentaire (60)	Microscopique / Atelier

Tableau 82. Les différents niveaux de granularité dans le modèle de connaissance de la Supply Chain de la firme M

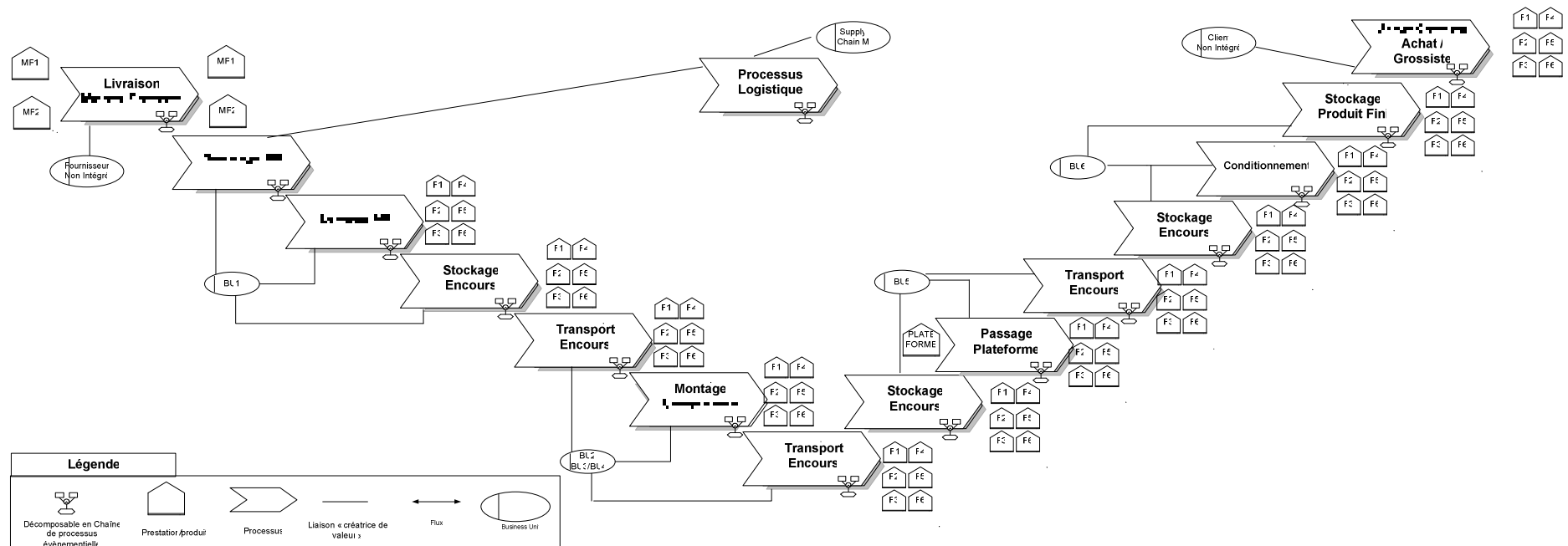


Figure 190. Chaîne de valeur détaillée du processus logistique de la Supply Chain de M

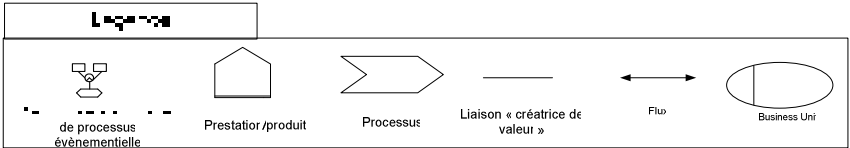


Figure 191. L'identification des processus composant le macro-processus Assemblage dans la Business Unit 5

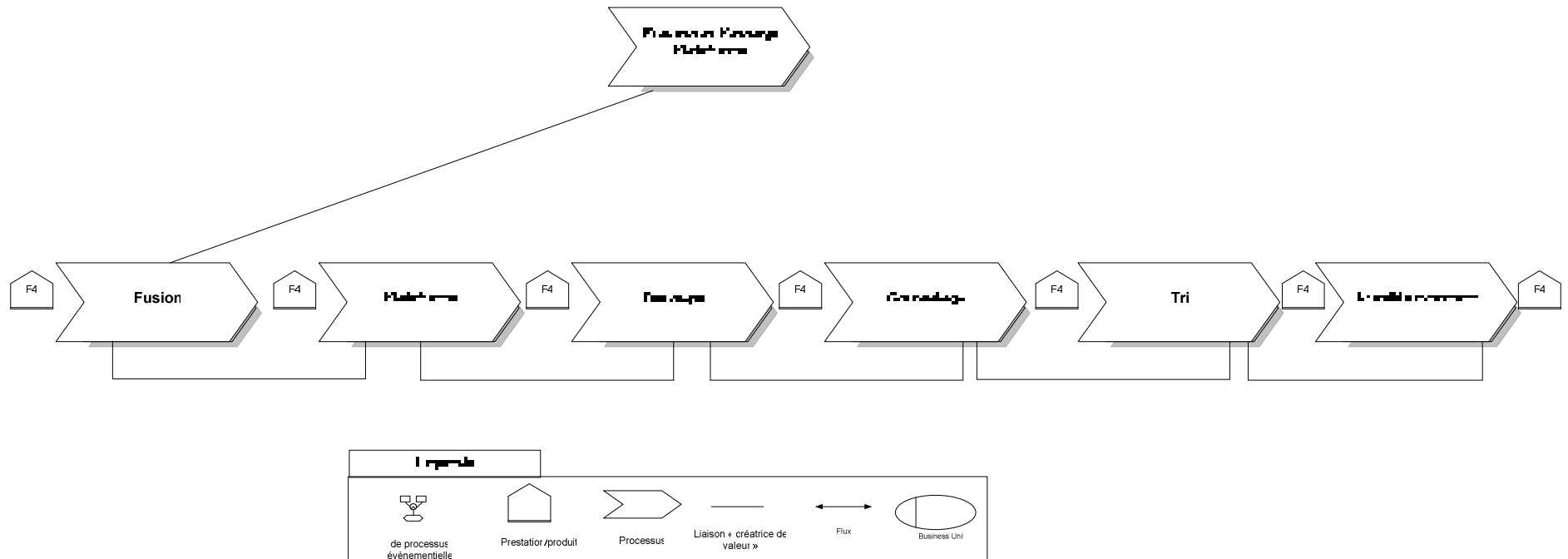


Figure 192. L'identification des processus élémentaires du processus "Passage plateforme" dans la Business Unit 5.

Annexe 10 - Détail de la spécification de la charge de la Supply Chain de M

Les CPE du processus logistique (figure 193) de la Supply Chain de M montrent le déroulement des activités pour la fabrication de produits dans la Supply Chain et présentent la spécification du comportement au niveau tactique comme opérationnel des objets de la Supply Chain de M.

Sur chaque CPE est indiquée l'inducteur de coût retenu pour un niveau de granularité donné. Notons que, même à un niveau relativement agrégé, compte tenu du fait que nous n'avons à évaluer que le processus logistique, les inducteurs de coûts sélectionnés expliquent de 60 à 98% de la formation des coûts dans la Supply Chain. La qualité des inducteurs sélectionnés provient ici de la bonne connaissance qu'ont les experts industriels de leur système (*i.e.* contrôleurs de gestion logistique).

Ainsi, sur chaque CPE présentée dans ce paragraphe, nous indiquons pour chaque processus décrit :

- le type d'inducteur explicatif de la consommation indirecte retenu,
- l'unité décisionnelle (ou le responsable du processus),
- le type d'unité physique de rattachement,

-les événements qui déclenche la réalisation du processus Une étude réalisée avec les différents contrôleurs de gestion de chaque entité montre la pertinence des inducteurs de coût suivant le niveau de granularité retenu pour la formation des coûts indirects. Ainsi, l'inducteur "nombre de campagnes", qui correspond à l'installation d'une famille sur une partie voire sur l'ensemble de la chaîne explique à lui seul la formation de plus de 60% des coûts indirects de la Supply Chain, quelque soit l'usine sélectionnée. Aussi, dans les modèles d'action, particulièrement ceux d'optimisation, nous chercherons à réduire la consommation de cet inducteur en priorité. De plus, d'autres inducteurs de coûts dont la détermination est réalisée de manière assez simple à partir des données de production (comme les "quantités produites") expliquent la formation des coûts indirects pour 20 %. Le tableau 83 présente la pertinence de chaque inducteur de coût mis en évidence dans les différentes CPE pour chaque niveau de granularité.

	Macroscopique Exemple de la CPE du Processus Logistique Figure 193	Mesoscopique Exemple de la CPE du Processus Assemblage Figure 194	Microscopique Exemple de la CPE du "Processus Passage plateforme" Figure 195
Pertinence de l'inducteur retenu pour un processus multiple et incrémentiel de la CPE	L'inducteur retenu explique au pire 50% de la formation des coûts du processus indiqué et au mieux 65%. (60% en moyenne pour ce niveau de granularité)	L'inducteur retenu explique au mieux 90% de la formation des coûts indirects et 65% au pire (75% en moyenne pour ce niveau de granularité)	L'inducteur retenu explique au mieux 98% de la formation des coûts indirects retenus et 70% au pire. (En moyenne 95 % pour ce niveau de granularité)

Tableau 83. Pertinence de l'inducteur et niveau de granularité

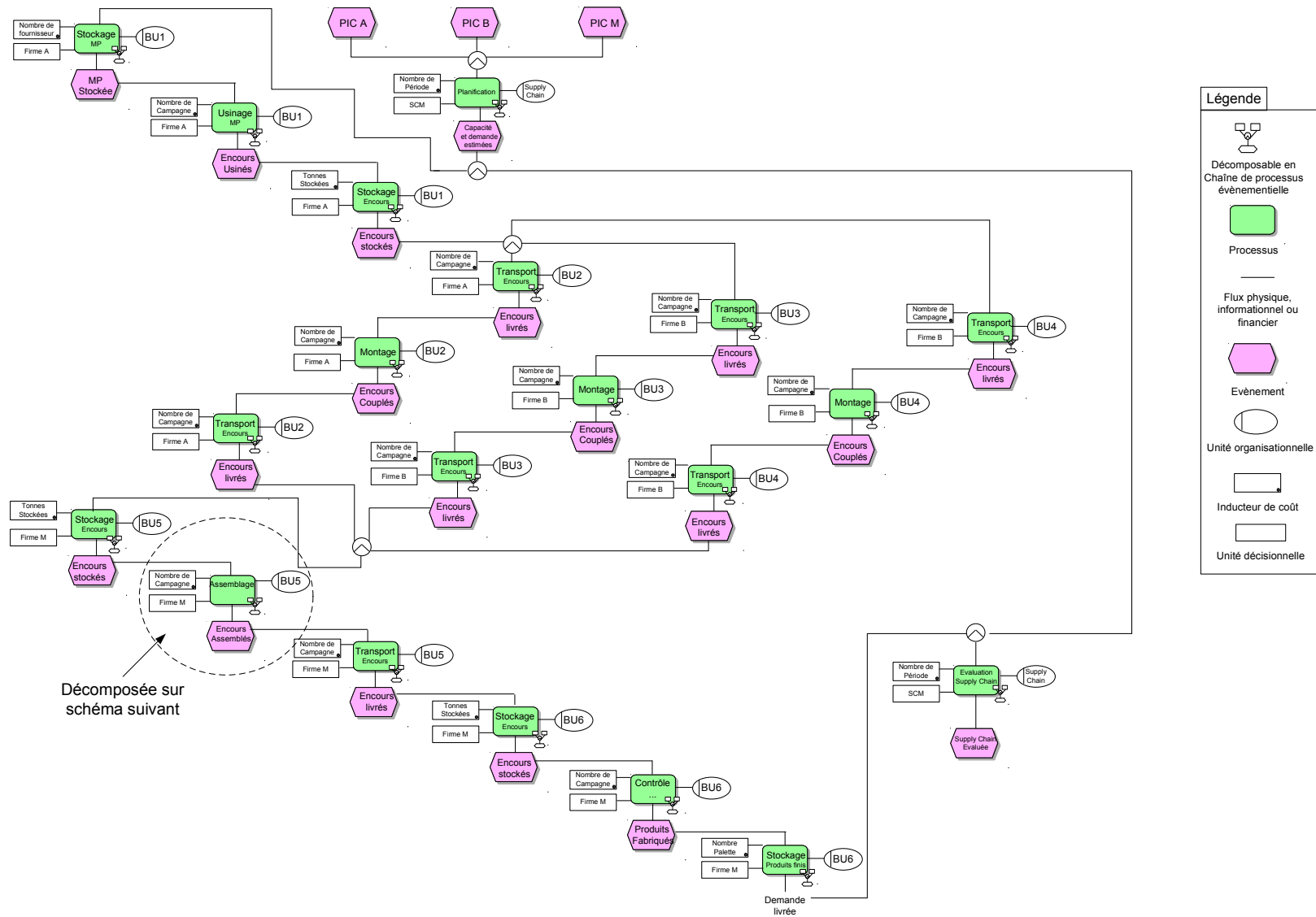


Figure 193. CPE du processus logistique pour la programmation de la charge de la Supply Chain

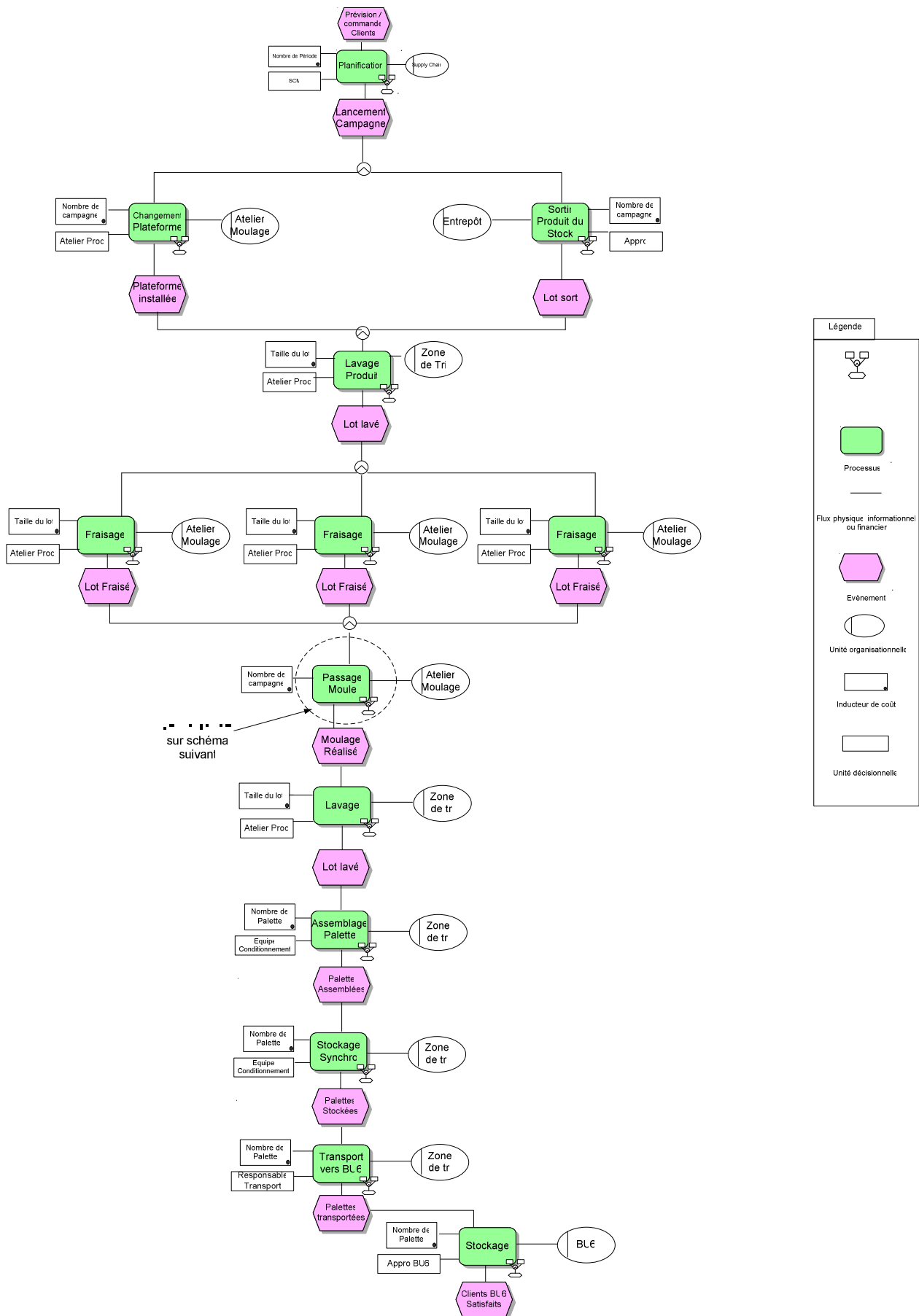
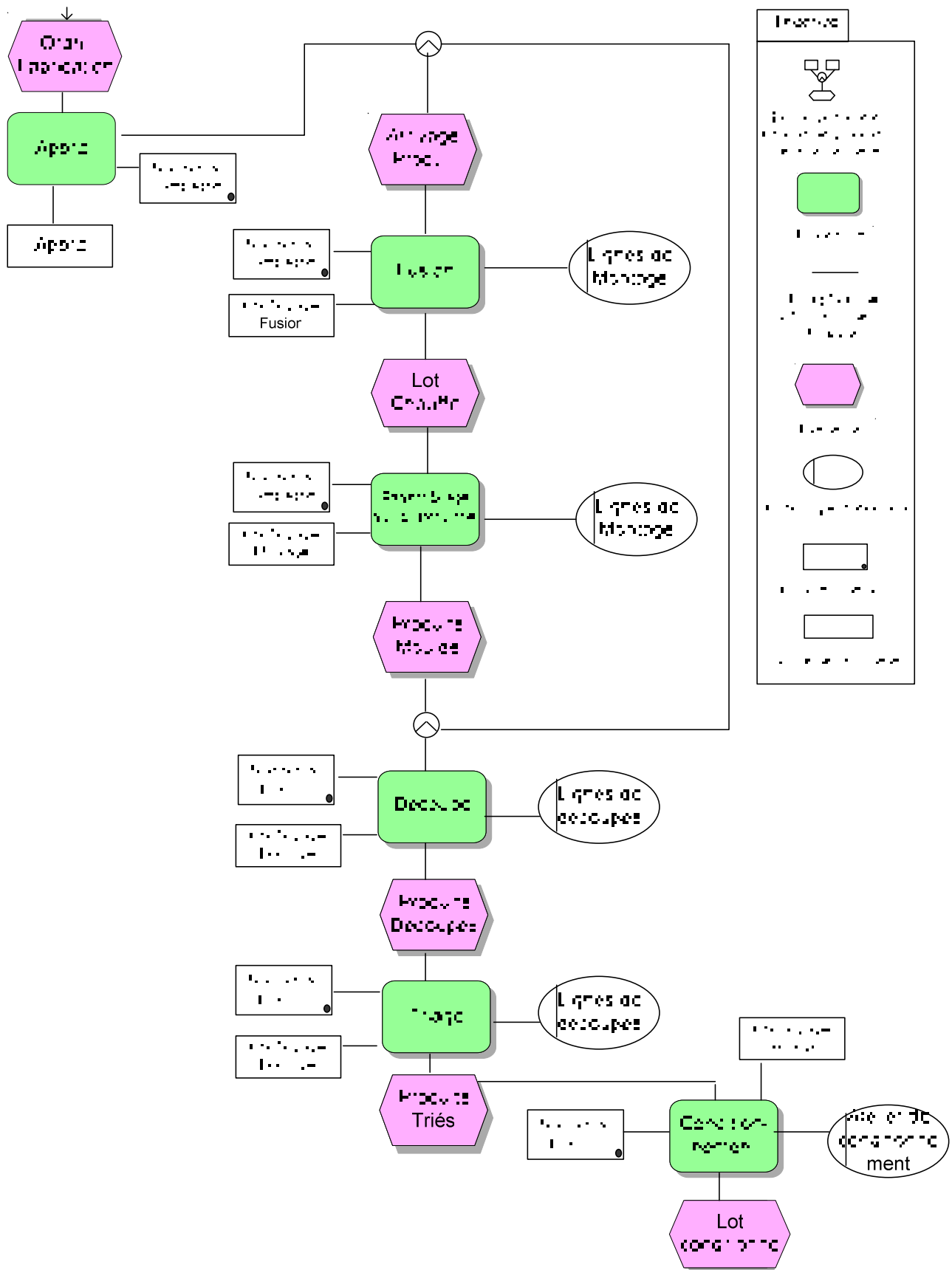


Figure 194. CPE du processus Assemblage au niveau de la Business Unit BU5 (Extrait)



Annexe 11 - Compléments d'information sur le Nouvel Hôpital d'Estaing

Le Nouvel Hôpital d'Estaing, situé sur un ancien site des usines Michelin, ouvrira ses portes en 2009 et remplacera l'Hôtel Dieu. Mais une question se pose : pourquoi le NHE ?

La réponse est simple : le site et les locaux de l'Hôtel Dieu sont devenus des lieux non adaptés au développement de l'hôpital et des services qu'il propose. En effet, les locaux sont dispersés sur le site, ce qui pose un problème logistique (par exemple, les temps de livraison aux services sont essentiellement constitués du passage d'un bâtiment à l'autre). De plus, ces locaux sont anciens, d'où de nécessaires rénovations de grande ampleur. En effet, il faudrait réaliser d'importants travaux de mise aux normes qui permettraient la nécessaire amélioration des conditions de travail. Cependant, ceux-ci sont impossibles à mettre en œuvre du fait du caractère historique du bâtiment (17 et 18e siècle). Enfin, le personnel est victime d'un manque de place, ce qui ne permet pas d'offrir une qualité de service optimale pour les patients.

Le projet médical pour le NHE a retenu également d'organiser l'établissement en pôles d'activités composés de plusieurs services complémentaires dont nous donnons un exemple de modélisation par l'approche par processus multiples et incrémentiels dans la figure 196.

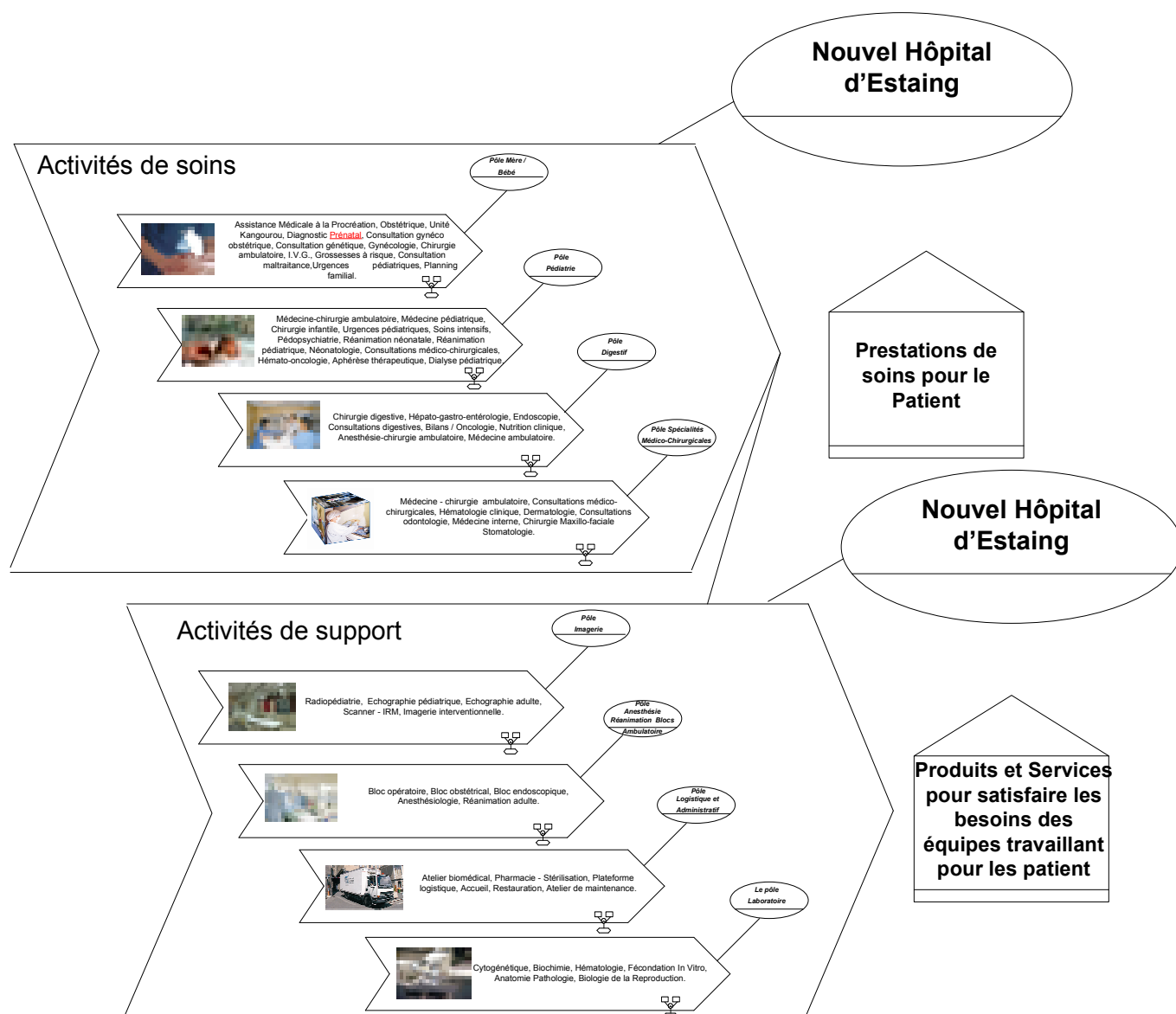


Figure 196. Macro Processus Multiples et Incrémentiels pour les activités de soins et de support pour le NHE.

Le NHE doit allier la modernité au côté pratique. Il a ainsi été décidé de le placer sur l'ancien site Estaing, tout en restant proche du centre-ville (figure 197).

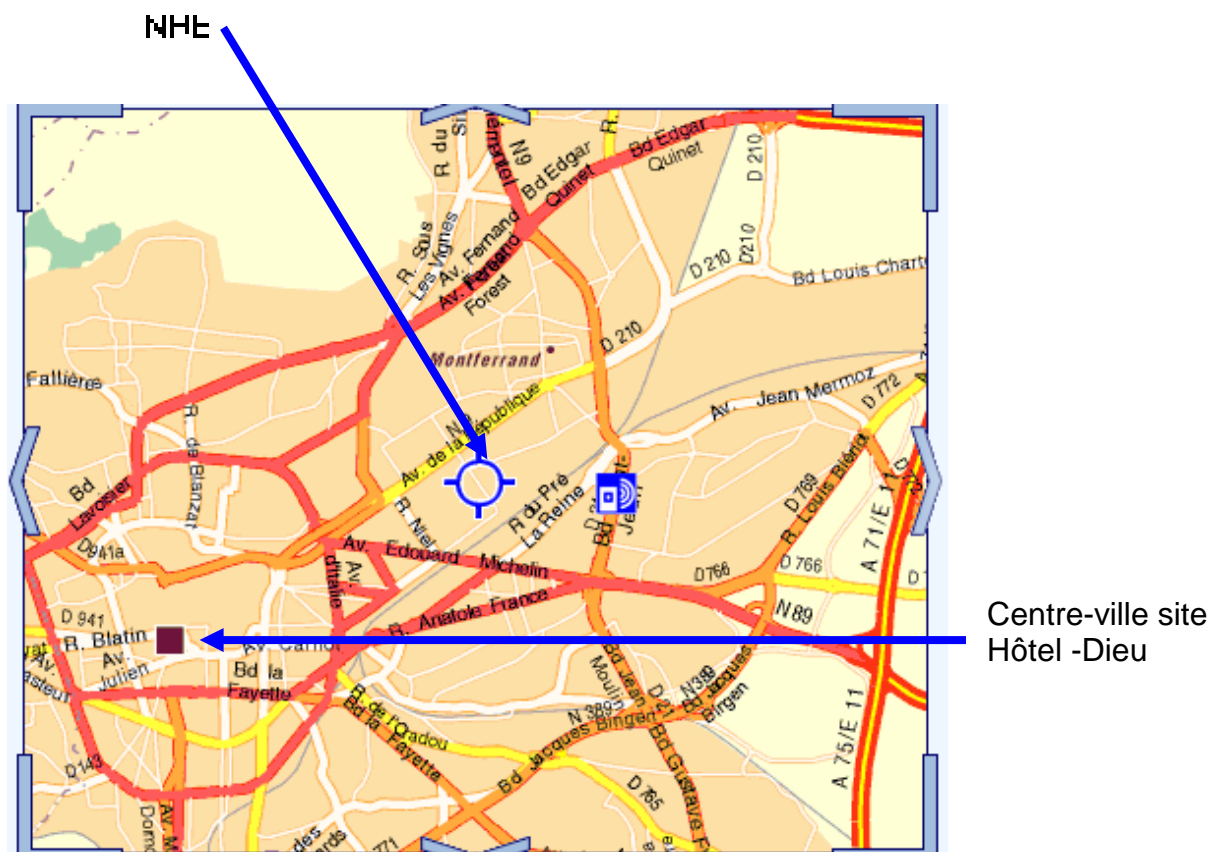


Figure 197. Situation géographique du NHE.

De plus, cet hôpital sera nouveau tant par les locaux que par son organisation qui va subir des grandes modifications par rapport à l'Hôtel Dieu. Actuellement les pavillons éparpillés sur le site de l'Hôtel Dieu rendent difficiles et coûteux les échanges entre les différents services. D'autres hôpitaux sont construits sous la forme de structure monobloc, où chaque acteur est un étranger pour les autres, et se retrouve noyé dans un bâtiment immense. Dans ces deux types de structures, le service au patient ne peut être optimal du fait des problèmes de communication et d'identité trop forte (pavillonnaire) ou trop faible entre les services et les individus (monobloc). Le but du NHE est ainsi de trouver un équilibre entre ces deux extrêmes. Le futur bâtiment, haut de seulement trois étages est structuré pour l'organisation en différents pôles où la communication et les échanges entre les services et le personnel lui-même seront favorisés. Le but est d'optimiser le service rendu au patient grâce à un système de fonctionnement plus humain, tout en maximisant la performance de chaque pôle, service ou unité de soins. La figure 198 véhicule la philosophie des porteurs du projet NHE dans l'actuel Hôtel Dieu.

Le NHE devra être un espace de vie agréable en proposant un cadre ergonomique aussi bien pour le personnel soignant que pour les patients. C'est pourquoi il a été décidé de l'agencer autour d'un lieu central : la rue intérieure, qui permettra d'accéder facilement aux différents pôles (figure 199).

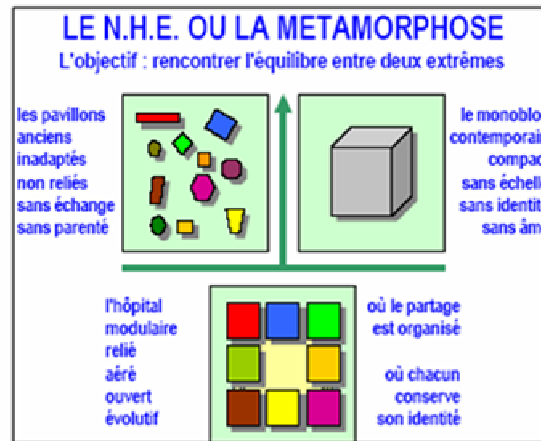


Figure 198. Le projet NHE selon la direction du CHU.



Rue intérieure



Ailes extérieures donnant sur la rue intérieure

Figure 199. Exemples d'ambiance du futur Hôpital.

Pour optimiser le niveau de service offert aux patients, deux actions dépendant directement de la logistique hospitalière seront mises en œuvre :

- ✗ la rationalisation des processus logistiques, pour fournir au bon moment et au bon endroit les quantités demandées, grâce à l'application des flux tendus pour la gestion des stocks. Cette réorganisation de la logistique a pour objectif le recentrage du personnel soignant sur son métier, ce qui signifie qu'il n'aura plus d'activités logistiques à gérer, telles que les commandes et la gestion des stocks ; le personnel médical sera donc davantage disponible pour le patient.
- ✗ mettre en place l'objectif « zéro papier » pour éviter des erreurs, des dysfonctionnements et une lenteur des procédures dans le cadre de la gestion des stocks et du dossier patient (ce point ne rentre pas dans les études réalisés par l'atelier de modélisation).

Annexe 12 - Démarche suivie pour le recueil de la connaissance sur les processus organisationnels de l'Hôtel Dieu

Le tableau 84 présente le questionnaire et les objectifs associés à chaque question dans le cadre de la modélisation des processus organisationnels. Ce questionnaire a été administré à tous les chefs de services de l'actuel Hôtel Dieu en entretien individuel, ainsi qu'aux cadres de santé. Au total, 56 entretiens ont été réalisés à l'aide de ce questionnaire qui nous a permis de concevoir la trame du modèle des processus de l'actuel Hôtel Dieu. Un entretien durait en moyenne 1h30.

Questions	Objectifs
1. Quelles sont vos missions et celles de votre service ou secteur ?	Connaître la personne interrogée et le service
2. Combien de personnes (soignants et médecins) travaillent dans votre service ou secteur ?	Construire l'organigramme des services
3. Pouvez-vous décrire une journée type de l'ensemble du personnel de votre service ou secteur ?	Construire les fonctions des acteurs
4. Quels sont vos contacts ou relations avec les services : - internes : ▪ fonctionnels (réanimation, imagerie, bloc, etc.) ▪ transversaux (logistique, ambulatoire) ▪ interservices - externes à l'HD.	Construire les relations des services
5. Listez et priorisez les 5 points forts (forces organisationnelles) et les 5 points faibles (dysfonctionnements) de l'organisation actuelle.	Pouvoir identifier les problèmes et conforter les avantages
6. Pouvez-vous (à l'aide d'un schéma synthétique) décrire les différentes étapes de la prise en charge d'un patient arrivant dans un service jusqu'à sa sortie dans le cadre : - d'une hospitalisation (complète, de semaine), - d'activités externes (consultations-explorations, hospitalisations de jour).	Construire le parcours des patients
7. Listez et priorisez les différents mouvements matériels et humains (en dehors des patients) qui traversent votre service.	Construire les mouvements des services
8. Que pensez-vous des changements organisationnels déjà effectués dans le cadre du projet NHE ?	Evaluer la perception des personnes interrogées du projet en cours
9. Quelle sera, selon vous, l'évolution des méthodes de travail ?	Appréhender les modifications dues au changement de la structure
10. Avez-vous déjà pris connaissance de la structure du NHE et plus particulièrement de l'architecture de votre pôle ?	Evaluer le niveau de connaissance des personnes interrogées du projet en cours
11. Quels sont, selon vous, les apports et les contraintes de ce nouveau système de fonctionnement du point de vue : - du NHE, - du patient, - du service, - de votre point de vue.	Identifier les problèmes à venir et conforter les avantages futurs
12. Pouvez-vous décrire le fonctionnement des différents parcours des patients par pôle dans le NHE dans le cadre : - d'une hospitalisation (complète, de semaine), - d'activités externes (consultations-explorations, hospitalisations de jour).	Construire les parcours des patients
13. De quelle nature seront vos contacts ou relations avec les services : - internes : ▪ fonctionnels (réanimation, imagerie, bloc, etc.) ▪ transversaux (logistique, ambulatoire) ▪ interservices - externes au NHE.	Construire les relations des services
14. Listez et priorisez les différents mouvements matériels et humains (en dehors des patients) qui traverseront votre service.	Construire les mouvements des services
15. Quelles autres points auriez-vous souhaité évoquer ?	N'excepter aucun point pouvant nuire ou contribuer au système

Tableau 84. Trame des entretiens individuels réalisés en 2004 et 2005.

Annexe 13 - Démarche suivie pour le recueil de la connaissance sur les processus organisationnels du NHE

Pour recueillir la connaissance sur le système cible (*i.e.* le NHE), une série d'entretiens de groupe a été réalisée avec les acteurs du futur pôle digestif. Le tableau 85 présente la trame appliquée à une unité de soins du pôle digestif et le déroulement successif de l'étude (soit un total de 20 entretiens de groupes, puisque le futur pôle comptera cinq services actuellement indépendants dans l'Hôtel Dieu). Ces services sont :

- le premier, le deuxième et le troisième service de Chirurgie Hépatologie Gastrologie Entérologie (appelés respectivement 1er CHGE, 2e CHGE, 3e CHGE) ;
- le service d'oncologie ;
- le service d'endoscopie.

Entretien de groupe	Objectif	Date	Durée avec retranscription des plannings				
			1er CHGE	2e CHGE	3e CHGE	Oncologie	Endoscopie
1	Conception des plannings journaliers de l'Hôtel Dieu (HD) Phase 1	1/x/05	6h	6h	6h	5h	5h
2	Validation des plannings actuels. Evaluation des changements organisationnels par la structuration en pôle et le déménagement au NHE. Discussion avec les acteurs hospitaliers pour prendre en compte leurs interrogations multiples - Phase 2	10/x/05	4h	4h	4h	4h	4h
3	Réponses aux questions sur le NHE Conception des plannings journaliers NHE avec la prise en compte des changements organisationnels - Phase 3	20/x/05	10h	10h	10h	10h	12h
4	Validation des futurs plannings NHE par les acteurs hospitaliers - Phase 3	31/x/05	6h	6h	6h	6h	6h

Tableau 85. Objectifs et durée des entretiens de groupe.

Pour déterminer les contours de la future unité générique de soins, des groupes de travail participant à l'étude ont été composés d'Agent des Services Hospitaliers (ASH), des Aides Soignants (AS), des Infirmières Diplômées d'Etat (IDE) et des cadres volontaires ; chaque groupe de travail était donc composé de 4 personnes au minimum (service d'oncologie ou service d'endoscopie) et 12 personnes au maximum (Chirurgie Hépatogastroentérologie ou CHGE, composés de 3 unités de soins différentes). Les acteurs participant au processus de collecte sont tous volontaires. Les résultats de la modélisation sont portés à la connaissance de l'ensemble des acteurs du pôle, et chaque agent peut proposer une modification, ou apporter une suggestion de manière anonyme, ou de manière ouverte. Force de proposition pour les acteurs hospitaliers, qui peuvent exprimer leur angoisse et leur souhait par rapport à la nouvelle organisation, le projet de modélisation des flux du NHE constitue également pour la direction du NHE un outil de management du changement impliquant le personnel dans l'organisation à venir.

L'objectif du premier entretien de groupe était de déterminer l'ensemble de tâches heure par heure définissant le travail du personnel médical et paramédical dans l'actuel hôpital. L'estimation d'une journée type dans l'actuelle unité de soins représente la base de travail de recherche pour la suite des entretiens. Pour noter les différentes tâches effectuées pour chaque fonction par journée, une trame de temps a été constituée (extrait du tableau 86).

HORAIRE		AS		
Heure	Min.	Nb	Activités	Remarques
6	0	3	Transmissions Relève orale	<u>Activités supplémentaires à gérer:</u> Répondre aux sonnettes, rangement des commandes, rangement lingerie, commande pt matériel + alimentation, prises en charge des décès, départs des malades après contre-visite.
	15			
	30	2	Préparation du chariot pour le petit-déjeuner Commande des repas sur NINO Ramassage des bœaux à urine et relève des diurèses Préparation des malades pour le bloc opératoire (douche; réfection des lits)	
	45			
7	0		Toilette des malades partant pour des examens Change des malades souillés Lavage des bœaux Distribution des petits déjeuners par AS 7h-14h40 Faire manger les patients nécessiteux	
	15			
	30		Récupération des caddies de linge propre Rangement de la lingerie Préparation des chariots de soins	
	45		Pause	
8	0		Lever y compris 1er lever des malades Toilette des malades partant pour des examens	
	15			
	30			
	45			
9	0			
	15			
	30			
	45			
10	0		Distribution des collations pour les repas fractionnés + faire manger les malades nécessiteux	
	15			
	30			
	45			
11	0	4		
	15			
	30		Evacuation linge sale dans hall ascenseur Lavage du matériel Préparation des plateaux repas et mise en chauffe du chariot	
	45		Pause	
12	0		Distribution des repas avec installation des malades Aide aux repas des malades nécessiteux Transmissions écrites	

Tableau 86. Exemple d'un planning journalier actuel d'une aide soignante d'un service.

Ces plannings journaliers ont fait l'objet de validation lors du deuxième entretien de groupe pour minimiser le nombre d'erreurs de retranscription des données. Après les modifications des trames de temps, toujours dans le deuxième entretien de groupe, une étude des plans du NHE a été faite avec les acteurs hospitaliers afin d'appréhender le futur sous-système physique (le futur bâtiment du site d'Estaing) pour ensuite mener une réflexion sur le futur sous-système logique (*i.e.* les flux traversant l'unité de soins). Cette analyse de la disposition des éléments composant les unités de soins a donné lieu à des interrogations sur tous types de sujets de la part des acteurs hospitaliers. Les sujets évoqués pouvaient aussi bien concerner le système d'information sans papier que des aspects sur la nouvelle logistique en flux tendus.

Les interrogations des acteurs ont été levées ou intégrées lors du troisième entretien de groupe. La difficulté principale de ce troisième entretien de groupe réside dans la transposition et la synchronisation des processus hospitaliers entre les services afin que l'organisation s'inscrive dans une logique pôle et par processus. Pour cela, les acteurs hospitaliers ont repris comme base de travail leurs plannings sur lesquels ils ont adapté leurs tâches à la nouvelle structure NHE, comme présenté dans le tableau 87.

AS			
HORAIRE		Nb	Activités
Heure	Min.		
6	0	3	Transmissions Relève orale
	15		
	30	2	Préparation du chariot pour le petit-déjeuner Commande des repas sur NINO Ramassage des bocaux à urine et relèves des diurèses Préparation des malades pour le bloc opératoire (douche; réfection des lits)
	45		
7	0		Toilette des malades partant pour des examens Change des malades souillés Lavage des bocaux Distribution des petits déjeuners par AS 7h- Faire manger les patients nécessiteux
	15		
	30		Récupération des caddies de linge propre Rangement de la lingerie Préparation des chariots de soins Pause
	45		
8	0		Lever y compris 1er lever des malades Toilette des malades partant pour des examens
	15		
	30		
	45		
9	0		
	15		
	30		
	45		
10	0		Distribution des collations pour les repas fractionnés + faire manger les malades nécessiteux
	15		
	30		
	45		
11	0	4	
	15		
	30		Evacuation linge sale dans hall ascenseur Lavage du matériel Préparation des plateaux repas et mise en chauffe du café
	45		
12	0		Pause Distribution des repas avec installation des malades Aide aux repas des malades nécessiteux Transmissions écrites
	15		
	30		
	45		

Tableau 87. Exemple d'un planning journalier futur d'une aide soignante d'un service.

Toutes ces modifications ont été analysées. Cette retranscription a été validée toujours dans l'optique de réduire le nombre d'erreurs lors du quatrième entretien de groupe. Après cette collecte d'information suit un travail de formalisation et de quantification des données collectées en vue de proposer un modèle d'une unité de soins. Les différents processus révélés par les trames de travail sont ensuite formalisés avec ARIS.

Une série d'entretiens de groupe est actuellement en cours de réalisation suivant le même protocole sur les autres pôles du NHE.

Annexe 14 - Mise en œuvre du processus de modélisation pour les flux "logistiques" du NHE

Le recueil de la connaissance et la modélisation sont effectués à partir d'entretiens individuels et collectifs à partir des processus de l'actuel hôpital (l'Hôtel Dieu). Les acteurs analysent les processus pour identifier les changements à opérer en vue du NHE. Les processus de l'actuel et du futur hôpital sont modélisés avec ARIS pour la partie métier et avec UML pour la partie objet. Les processus modélisés avec ARIS permettent de dialoguer avec les acteurs pour visualiser les modifications d'organisation. La figure 200 présente quelques modifications majeures sur l'organisation de la logistique hospitalière.

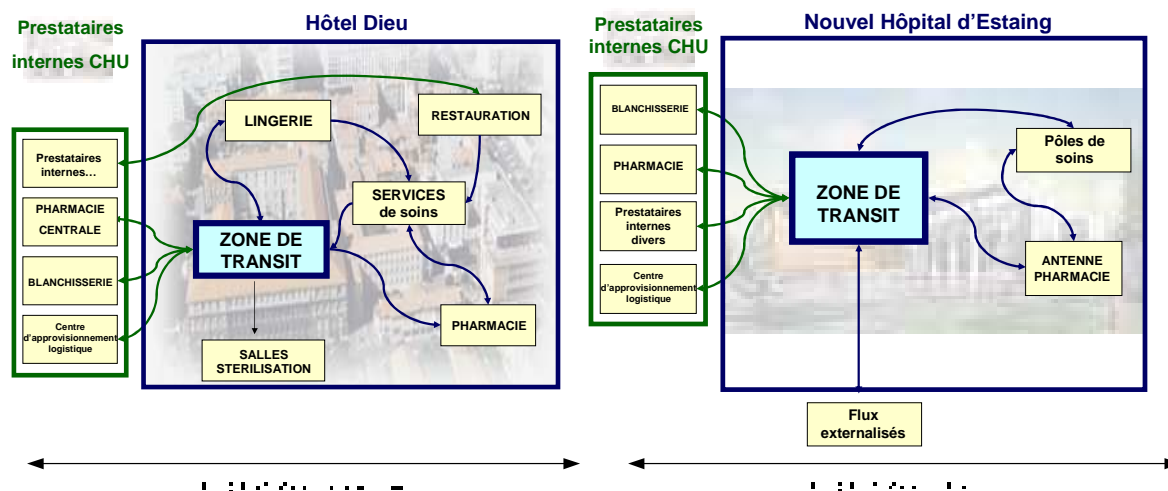


Figure 200. Passage de l'Hôtel Dieu au Nouvel Hôpital d'Estaing.

Ces modifications d'organisation peuvent être regroupées en 4 thèmes :

- Une structure différente : les pavillons actuellement éparpillés sur le site de l'Hôtel Dieu seront remplacés par un seul bâtiment composé de 4 niveaux au NHE, ce qui facilitera les flux logistiques et diminuera les parcours des courses ;
- L'introduction de nouvelles technologies : la distribution des flux sera optimisée grâce au recours à des code-barres, voire à des puces, le recours à un système de pneumatique pour la distribution des médicaments est à tester ;
- Une recherche de rationalisation des flux : aucune unité de production ne sera présente dans le bâtiment du NHE ;
- Une gestion des stocks différente avec l'introduction du système plein/vide.

17 Flux sont simulés, pour chaque flux 4 types de conteneurs sont à envisager, 3500 points de collectes existent dans le système et les 11 agents logistiques n'ont pas de spécialité, ou ne sont pas dédiés à tel ou tel type de flux. Plus de 64000 chemins possibles sont traités par le modèle d'action.

Le modèle de connaissance générique proposé dans le chapitre 4 pour le domaine des SCH est instancié sur l'Hôtel Dieu et le NHE (figure 201) et est ensuite traduit en modèle de simulation des flux logistiques du NHE sous Witness.

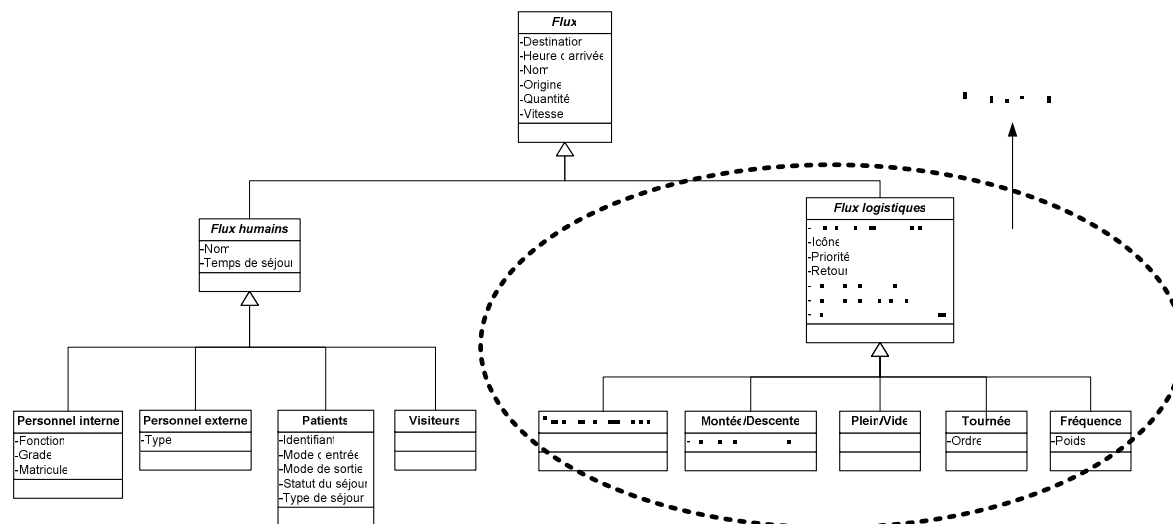


Figure 201. Flux logistiques et flux patients.

Le cadre expérimental du modèle de simulation est présenté dans la figure 202.

Variables observées	Le taux de charge d'un agent Le taux de satisfaction des unités de soins
Variables d'entrée	Nombre de flux à traiter Le nombre d'agent Le moment et la durée de présence d'un agent
Conditions Initiales	Les agents sont libres au début de leur journée de travail
Terminaison de la simulation	la simulation d'une journée se termine au temps de simulation
Réplication	Simulation déterministe. Pas de réplication

Figure 202. Cadre expérimental.

Deux scenarii (Hypothèse H1) et (Hypothèse H2) sont traités :

- Hypothèse H1 : seule l'infrastructure correspond à celle du NHE, l'organisation matérielle et le type de flux à traiter correspondent exactement à ceux de l'actuel Hôtel Dieu.
- Hypothèse H2 : Infrastructure NHE, externalisation de certains flux, organisation (ressources différentes).

Pour qu'une organisation des flux logistiques soit acceptable, une pause méridienne doit pouvoir être allouée à chaque agent logistique. La trace de simulation peut également être animée sous forme de film "3 Dimensions" (figure 203) qui reprend des éléments de la bibliothèque de composants 3 D génériques et instanciables sur tout système hospitalier et développés par l'atelier de modélisation (Aleksy *et al.*, 2006).

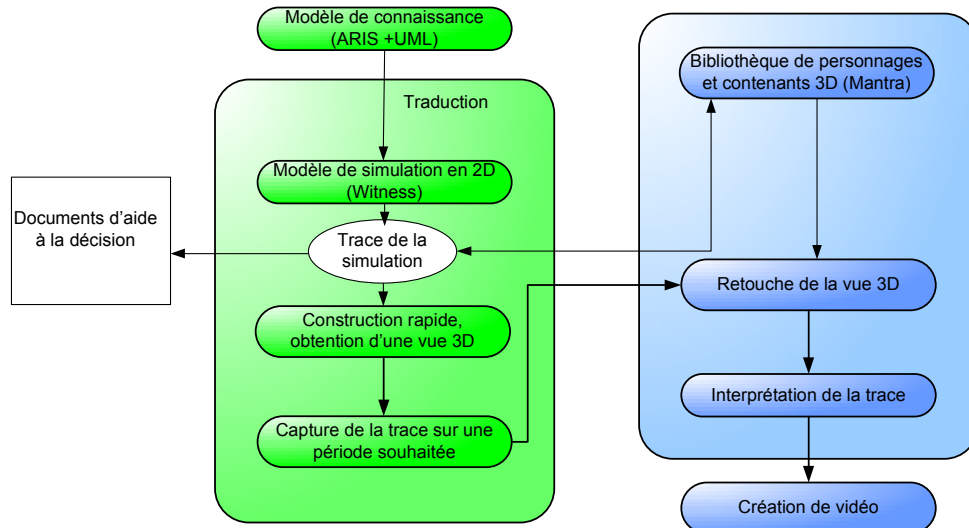


Figure 203. Une même approche pour l'aide à la décision et l'animation des modèles.

Le modèle de résultat se découpe en deux blocs : une partie visuelle, pour le management du changement, avec un aspect virtuel en 3 D, (figure 205) une partie aide à la décision (figure 204).

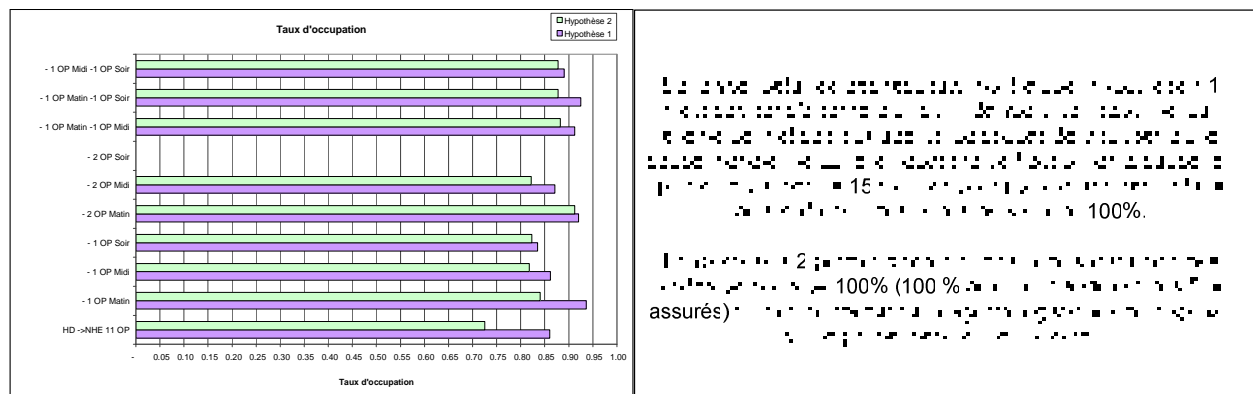


Figure 204. Synthèse des résultats.



Figure 205. Exemple d'émulation 3 D.

Table des Figures

Figure 1. Positionnement des domaines académiques dans le cadre de l'aide à la décision pour la logistique.	10
Figure 2. Positionnement des questions de recherches.	11
Figure 3. Démarche de validation en double boucle et enchaînement de nos travaux.	13
Figure 4. Positionnement de nos travaux par rapport aux domaines académiques dont ils relèvent.	15
Figure 5. Grille de lecture du chapitre.	18
Figure 6. Le couplage flux physiques / flux informationnels dans une perspective de logistique industrielle (Shapiro et Heskett, 1985).	19
Figure 7. Les flux de la Supply Chain (Lapide, 2001).	20
Figure 8. Canal logistique et canal transactionnel dans la Supply Chain.	21
Figure 9. Réseaux directs et indirects de distribution pour le canal transactionnel (Adapté de Samii, 2001).	22
Figure 10. Supply Chain inter-organisationnelle versus Supply Chain intra-organisationnelle.	23
Figure 11. Passage d'une structure fonctionnelle à une organisation Supply Chain (Stevens, 1989).	25
Figure 12. Les activités du processus logistique d'une Supply Chain (Stadtler, 2005).	25
Figure 13. Chaînage des processus entre organisation dans la Supply Chain.	26
Figure 14. Décomposition hiérarchique simplifiée des processus de la Supply Chain (Supply Chain Council, 2006).	26
Figure 15. Une représentation des activités du flux financier.	26
Figure 16. Un système de chaînes de valeur (Lysons et Gillingham, 2003).	27
Figure 17. Une Pipeline de valeur pour une chaîne intégrée (Hines, 1993).	27
Figure 18. Caractérisation d'une Supply Chain.	29
Figure 19. Intégration des Mix marketing et Mix logistique dans une perspective SCM(Samii, 2001, adapté de Lambert, 1976)	31
Figure 20. Les six compétences clés pour l'intégration des flux et des activités par le Supply Chain Management (Bowersox <i>et al.</i> , 1999)	31
Figure 21. Composants et éléments décisionnels clefs du SCM pour la firme pivot (Lambert <i>et al.</i> , 1998).	32
Figure 22. Flux et processus génériques intégrés par la firme pivot et ses partenaires dans une perspective de SCM (Lambert <i>et al.</i> , 1998).	32
Figure 23. Les composantes de gestion de la Supply Chain (Cooper <i>et al.</i> , 1997).	33
Figure 24. La maison du SCM (Stadtler et Kilger, 2001).	33
Figure 25. Le processus SCM pour la création de savoirs et de savoirs faire sur la Supply Chain (Mentzer <i>et al.</i> , 2001.)	35
Figure 26. L'impact des outils d'aide à la décision dans le développement de long terme des relations entre organisations dans une perspective de Supply Chain Management.	37
Figure 27. La position du point de découplage dans la Supply Chain et les stratégies de gestion associées (adapté de Hoekstra et Romme, 1992)	39
Figure 28. Traduction des décisions stratégiques de la Supply Chain en éléments de flux financiers pour la prise de décision (adapté d'Abdel-Kader et Dugdale, 2001).	40
Figure 29. Intégration des différentes étapes dans le CPFR pour la Supply Chain (adapté de Simatupang et Sridharan, 2005).	41
Figure 30. L'évaluation de la satisfaction client au niveau tactique (Van Landeghem et Vanmaele, 2002).	41
Figure 31. Traduction des plannings du flux physique en éléments de flux financier dans une Supply Chain quelconque.	43
Figure 32. Traduction des Plannings du flux physique en élément de flux financier dans une Supply Chain Interne.	43
Figure 33. Gestion intégrée des activités du processus logistique au niveau opérationnel (adaptée de Tchernev, 1997).	45
Figure 34. Délai contractuel de paiement et retard moyen en 2005 dans l'Union Européenne (BIL, 2006).	46
Figure 35. Traduction de l'activité du flux physique en unité de flux financier au niveau opérationnel.	47
Figure 36. Les facteurs clefs de succès du flux physique et du flux financier pour la Supply Chain.	49
Figure 37. La matrice de planification de la Supply Chain (Fleischmann <i>et al.</i> , 2001).	49
Figure 38. Vue fonctionnelle et hiérarchisée des modules de planification des APS (Stadtler, 2005).	51
Figure 39. L'intégration des différentes briques applicatives pour l'aide à la décision en contexte de SCM.	52
Figure 40. Stade d'intégration des outils d'aide à la décision pour le SCM.	53
Figure 41. Stade initial de l'intégration intra et inter-organisations pour les outils d'aide à la décision pour une démarche SCM (Selk <i>et al.</i> , 2006).	54
Figure 42. Deuxième étape : l'intégration avancée entre les outils d'aide à la décision pour une amélioration de la démarche de SCM (Selk <i>et al.</i> , 2006).	54
Figure 43. Troisième étape : l'intégration achevée entre les outils d'aide à la décision pour un fonctionnement optimal de la démarche de SCM (Selk <i>et al.</i> , 2006).	55

Figure 44. L'intégration d'un module financier dans les suites logicielles de type APS pour la Supply Chain.....	55
Figure 45. Définition d'un environnement de modélisation pour l'évaluation de la performance de la Supply Chain.	57
Figure 46. Les éléments nécessaires pour la conception et l'implantation de suites logicielles pour l'aide à la décision en contexte SCM.....	60
Figure 47. Grille de lecture du chapitre	61
Figure 48. Les trois phases du processus de BPM (Adapté de Weske <i>et al.</i> , 2004).	63
Figure 49. Le processus de recueil de la connaissance dans une perspective de BPM (synthèse des approches de la littérature, adapté principalement de Madhusudan <i>et al.</i> , 2004).	64
Figure 50. L'assemblage des approches, méthodes et formalismes associés pour la production d'une méthodologie de modélisation.....	65
Figure 51. Les filiations entre approches de modélisation pour caractériser les méthodes et méthodologies de modélisation.....	66
Figure 52. L'approche BPM pour la conciliation de la vue métier et de la vue donnée (Blanc, 2004).....	67
Figure 53. Vue descriptive de l'organisation et niveaux de descriptions dans ARIS.....	69
Figure 54. Utilisation multiple des modèles de connaissance d'un système.	72
Figure 55. L'intégration des différentes approches du Supply Chain Costing dans le Supply Chain Management.	73
Figure 56. La problématique générale de la performance (Bouquin, 2004).	74
Figure 57. Une vue linéaire de la problématique générale de la performance sur la Supply Chain.	74
Figure 58. Performance et Supply Chain Costing.	75
Figure 59. L'utilisation des indicateurs de performance (Adaptée de Lorino, 1997).	76
Figure 60. Maille temporelle et niveau décisionnel d'un indicateur de performance.	76
Figure 61. Liens entre indicateurs financiers et indicateurs logistiques : l'exemple du retour sur investissement.	77
Figure 62. Liens entre les variables financières classiques du bilan comptable et les variables logistiques associées.	77
Figure 63. Le principe de fonctionnement de la méthode ABC, synthèse des approches de la littérature.	80
Figure 64. Paramètres de conception et imbrication des systèmes de valorisation (Synthèse des approches de (Tham, 1999) , de (Mevellec, 2003), et de l'analyse du contenu des modules de contrôle de gestion des principaux ERP du marché).	81
Figure 65. Objet habituel du contrôle de gestion, et niveaux de coûts pour le Supply Chain Costing.	82
Figure 66. Une image hypercube pour les états de résultats pour le Supply Chain Costing.	83
Figure 67. Niveau de coûts et type de problème de Supply Chain Management.	83
Figure 68. Combinaison de modèles ABC pour la Supply Chain avec une démarche Target Costing pour la Supply Chain (Adapté de Goldbach, 2002).	84
Figure 69. Modèles et méthodes pour l'aide à la décision dans le Supply Chain Management.....	85
Figure 70. Les modèles descriptifs pour l'évaluation des performances de la Supply Chain.	90
Figure 71. Synthèse du positionnement des différents modèles d'aide à la décision étudiés.....	92
Figure 72. La structuration de l'information décisionnelle dans les tableaux de bords électroniques.	94
Figure 73. Un exemple d'entrepôt de données pour le Supply Chain Management, synthèse de l'existant.....	94
Figure 74. L'existant dans les éléments pour la conception et l'implantation de suites logicielles pour l'aide à la décision en contexte SCM.	100
Figure 75. Grille de lecture du chapitre	105
Figure 76. Du composant méthodologique ASCI au logiciel d'aide à la décision pour un système complexe.	106
Figure 77. Le composant méthodologique ASCI.	107
Figure 78. Passage du modèle OID au modèle de connaissance de ASCI.	108
Figure 79. La formalisation du projet et l'objet de recherche.	109
Figure 80. Les caractéristiques de l'objet paradigme dans un projet de recherche.	110
Figure 81. Processus de recherche dans ASCI et paradigme positiviste.	112
Figure 82. Processus de recherche dans ASCI et paradigme constructiviste.....	113
Figure 83. Processus de recherche dans ASCI et paradigme pragmatique.....	114
Figure 84. Instanciation du composant méthodologique ASCI pour la méthodologie par processus multiples et incrémentiels.....	115
Figure 85. Les activités du flux client d'un processus élémentaire.....	117
Figure 86. Les activités du flux monétaire d'un processus élémentaire.....	117
Figure 87. Un processus élémentaire.....	118
Figure 88. Décomposition horizontale et verticale d'un système complexe constitué de processus multiples et incrémentiels.....	118
Figure 89. Une instance du paradigme générique dans le cadre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels.	119
Figure 90. Une unité de flux physique traversant un processus : représentation graphique d'un service élémentaire.....	121
Figure 91. Une unité de flux monétaire traversant un processus : représentation graphique d'un traitement monétaire.	121
Figure 92. Les unités de flux traversant un processus : représentation graphique d'un traitement global.	122
Figure 93. Hiérarchie d'agrégation, hiérarchie d'héritage et niveau de modélisation dans le modèle de connaissance.	123

Figure 94. Hiérarchie d'agrégation de processus multiples et incrémentiels et niveau de modélisation.....	123
Figure 95. Chaîne de valeur pour la représentation d'un processus multiple et incrémentiel avec ARIS.....	124
Figure 96. Chaîne de Processus Evènementielle pour un agencement de processus multiples et incrémentiels.....	124
Figure 97. Les entités nécessaires pour construire un système de valorisation centré processus.....	125
Figure 98. Les entités nécessaires pour construire un système d'évaluation par les processus sur un système complexe organisationnel.....	126
Figure 99. Passage du modèle générique de connaissance vers une vue simulation.....	127
Figure 100. Modification des classes et de leurs hiérarchies lors de la construction de l'environnement.....	128
Figure 101. Chaîne de valeur pour la modélisation du domaine dans la méthodologie de modélisation.....	129
Figure 102. L'intégration des données dans le processus de modélisation d'un système du domaine.....	130
Figure 103. La chaîne de valeur du processus de modélisation d'un système du domaine.....	132
Figure 104. La chaîne de valeur agrégée du processus de modélisation d'un système du domaine.....	133
Figure 105. La chaîne de valeur du processus "d'analyse du système".....	133
Figure 106. La chaîne de valeur du processus de spécification du système.....	135
Figure 107. La chaîne de valeur du processus de conception et d'implantation du (des) modèles d'action.....	135
Figure 108. La chaîne de valeur du processus de conception et d'implantation (des) modèles de résultats.....	135
Figure 109. Démarche pour construire le modèle de résultats sous la forme de tableau de bord prospectif.....	138
Figure 110. La chaîne de valeur du processus de prise de décision par les acteurs.....	139
Figure 111. Synthèse des apports du chapitre.....	140
Figure 112. Grille de lecture du chapitre.....	143
Figure 113. Décomposition systémique d'une Supply Chain.....	145
Figure 114. Vision globale d'une Supply Chain.....	146
Figure 115. Le processus logistique dans une Supply Chain - Vue globale.....	147
Figure 116. Vision locale de la Supply Chain.....	147
Figure 117. Vision locale de la Supply Chain - Approche par les processus.....	148
Figure 118. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit/service et sa gamme logique au niveau macroscopique d'une Supply Chain.....	150
Figure 119. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit /service et ses gammes logiques au niveau mesoscopique.....	150
Figure 120. Un exemple de lien entre la nomenclature d'un produit/service et ses gammes logiques au niveau microscopique.....	151
Figure 121. Diagramme agrégé de classes du Sous-Système Logique.....	152
Figure 122. Décomposition par strates du Sous-Système Physique d'une Supply Chain.....	153
Figure 123. Diagramme de classes du Sous-Système Physique de la Supply Chain.....	153
Figure 124. L'intégration des différents horizons décisionnels pour les flux physiques et financiers dans une business unit de la Supply Chain.....	155
Figure 125. Collaborative planning dans le sous-système décisionnel de la Supply Chain.....	155
Figure 126. Diagramme de classes du Sous-Système Décisionnel.....	157
Figure 127. CPE du processus de prise de décision dans le sous-système décisionnel.....	157
Figure 128. Expression des communications entre les 3 sous-systèmes.....	158
Figure 129. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes stratégiques au niveau d'une business unit.....	160
Figure 130. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes tactiques au niveau d'une business unit.....	161
Figure 131. CPE du processus logistique de la Supply Chain pour des problèmes opérationnels au niveau d'une business unit.....	162
Figure 132. Diagramme de cause entre les différentes variables logistiques décisionnelles.....	164
Figure 133. Fonctionnement global de l'approche PREVA et chaînage des modèles d'action.....	165
Figure 134. Approche PREVA et niveau opérationnel.....	166
Figure 135. Approche PREVA et niveau tactique.....	167
Figure 136. Approche PREVA et niveau stratégique.....	167
Figure 137. Evaluation de la marge ABC généré par une Business Unit de la Supply Chain.....	169
Figure 138. L'évaluation du processus logistique dans une business unit de la Supply Chain pour un item.....	170
Figure 139. L'évaluation de la marge ABC générée dans les différentes Business Unit de la Supply Chain.....	170
Figure 140. Evaluation du cash flow généré par une Business Unit.....	171
Figure 141. Evaluation du potentiel de marge d'une Business Unit.....	171
Figure 142. Les différents hypothèses du périmètre financier d'une business unit pour le niveau macroscopique.....	176
Figure 143. Mise en perspective des modèles d'action proposés pour l'aide à la décision pour le SCM.....	177
Figure 144. Etat actuel de ASCI-SC.....	179
Figure 145. Une suite logicielle de type Advanced Budgeting and Scheduling.....	180
Figure 146. Les composants logiciels du noyau applicatif d'un ABS.....	182
Figure 147. Déploiement du noyau applicatif de l'ABS sur l'ensemble de la Supply Chain.....	182

Figure 148. La mise en œuvre de la méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels sur le domaine des Supply Chains.....	183
Figure 149. Synthèse des apports principaux du chapitre	185
Figure 150. Grille de lecture du chapitre	188
Figure 151. La Supply Chain de M : filière Américaine et filière Européenne.....	191
Figure 152. Flux monétaires dans la Supply Chain de M.....	193
Figure 153. Les contours du système à modéliser	194
Figure 154. Le processus de modélisation de la Supply Chain de M.....	195
Figure 155. Processus logistique global de la Supply Chain de M.....	199
Figure 156. Les différents macro-processus du processus logistique et leur rattachement aux business units.	199
Figure 157. Décomposition hiérarchique de la Supply Chain de M à l'aide d'un organigramme ARIS.....	201
Figure 158. Organigramme ARIS et structure de la décision pour le processus logistique dans la Supply Chain de M.....	202
Figure 159. Marges ABC par produit et par Business Unit (cumul sur l'horizon)	205
Figure 160. Evaluation du Cash flow	205
Figure 161. Cash flow par période et cash flow cumulés par firme après leur partage.	208
Figure 162. Indicateurs de performance issus de la mise en oeuvre de l'heuristique.	211
Figure 163. Indicateurs de performance issus de la mise en oeuvre du modèle mathématique.....	211
Figure 164. La Supply Chain Hospitalière du NHE.....	214
Figure 165. Les différentes étapes du processus de modélisation de la Supply Chain du NHE.....	215
Figure 166. Le déroulement du projet de modélisation des flux du NHE - Planning prévisionnel.	216
Figure 167. L'intérêt d'une unité de soins.	217
Figure 168. Organisation des 8 niveaux descriptifs - Modèle général des processus du NHE.....	217
Figure 169. Mouvements des services de l'unité de soins 2ème CHGE (Chirurgie Hépatologie -Gastrologie - Entérologie) dans le futur hôpital.	218
Figure 170. Mouvements des services de l'unité de soins 2ème CHGE (Chirurgie Hépatologie -Gastrologie - Entérologie) dans le futur hôpital.	219
Figure 171. Exemple de parcours patient dans une unité de consultation endoscopique du pôle digestif du NHE. ...	219
Figure 172. Expression de communications entre les 3 sous-systèmes par le biais d'associations d'une unité de soins de la Supply Chain Hospitalière.	220
Figure 173. Parcours patients et évaluation financière de l'activité.....	222
Figure 174. CPE du traitement patients dans l'UCA.	223
Figure 175. Tableaux de Bord pour la sélection d'une règle de gestion pour le flux patient pour une UCA.....	225
Figure 176. Le processus de modélisation du NHE : une même approche pour l'aide à la décision et le management du changement.....	226
Figure 177. Synthèse des apports du Chapitre	229
Figure 178. Démarche pour le passage des APS aux ABS pour le Supply Chain Management.	232
Figure 179. Mode de sélection des références bibliographiques contenues dans le document	265
Figure 180. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement à l'environnement MODPROLI.	273
Figure 181. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement à l'environnement TOVE.	274
Figure 182. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances de la Supply Chain relativement à l'environnement pour les systèmes de type Flow Shop.	275
Figure 183. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement aux environnements issus de INPIM.	276
Figure 184. Comparaison d'un environnement de modélisation "générique" pour l'évaluation des performances relativement aux environnements issus de la thèse de (Cossard, 2004).....	277
Figure 185. La formalisation du projet et l'objet de recherche (Allard-Poesi et al., 2003).....	279
Figure 186. Diagramme de classes pour l'objet de recherche.....	279
Figure 187. Diagramme de classe de l'objet axiologie	280
Figure 188. Diagramme de classe de l'objet "logique".....	280
Figure 189. Diagramme de classe pour l'objet Ontologie.....	281
Figure 190. Chaîne de valeur détaillée du processus logistique de la Supply Chain de M	308
Figure 191. L'identification des processus composant le macro-processus Assemblage dans la Business Unit 5	309
Figure 192. L'identification des processus élémentaires du processus "Passage plateforme" dans la Business Unit 5.....	310
Figure 193. CPE du processus logistique pour la programmation de la charge de la Supply Chain	312
Figure 194. CPE du processus Assemblage au niveau de la Business Unit BU5 (Extrait)	313
Figure 195. CPE du processus "passage plateforme" au niveau de l'atelier de production (Extrait) pour un horizon opérationnel	314
Figure 196. Macro Processus Multiples et Incrémentiels pour les activités de soins et de support pour le NHE	315
Figure 197. Situation géographique du NHE	316

Figure 198. Le projet NHE selon la direction du CHU	317
Figure 199. Exemples d'ambiance du futur Hôpital.	317
Figure 200. Passage de l'Hôtel Dieu au Nouvel Hôpital d'Estaing.	325
Figure 201. Flux logistiques et flux patients	325
Figure 202. Cadre expérimental	326
Figure 203. Une même approche pour l'aide à la décision et l'animation des modèles	326
Figure 204. Synthèse des résultats.....	326
Figure 205. Exemple d'émulation 3 D.....	327

Table des Tableaux et Algorithmes

Tableau 1. Une comparaison des modèles de Porter et de Hines sur la Supply Chain (Lysons et Billington, 2003)....	28
Tableau 2. Différentes approches de la Supply Chain dans la littérature.	29
Tableau 3. Analyse du contenu des six blocs du SCM de (Stadtler et Kilger, 2001).	34
Tableau 4. Les habitudes de paiements suivant le canal de distribution	46
Tableau 5. Efficacité de la prise de décision pour amortir l'incertitude dans la Supply Chain	48
Tableau 6. Fonctionnalités, Intégrations et Outils de programmation dans 8 APS.	51
Tableau 7. Analyse des approches de modélisation des processus décisionnels en contexte Supply Chain.	67
Tableau 8. Structure de la connaissance recueillie.	67
Tableau 9. Analyse des méthodes de modélisation en contexte Supply Chain.	69
Tableau 10. Structure de la connaissance recueillie.	69
Tableau 11. Analyse de différentes approches, méthodes et méthodologies permettant le recueil et la formalisation des processus.....	70
Tableau 12. Structure du modèle de connaissance recueilli.	70
Tableau 13. Les axes de mesure de la performance dans les instances de tableaux de bord prospectifs pour la Supply Chain.....	79
Tableau 14. Le couplage des horizons décisionnels et des approches de modélisation .pour déterminer la nature du problème d'aide à la décision.	86
Tableau 15. Une grille de lecture pour l'analyse de l'évaluation du flux financier dans les modèles d'aide à la décision.	87
Tableau 16. Les modèles prescriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.....	89
Tableau 17. Les modèles prescriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.....	89
Tableau 18. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.	90
Tableau 19. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.	91
Tableau 20. Les modèles descriptifs les plus proches des préconisations du Supply Chain Costing.	91
Tableau 21. Analyse d'Environnements de modélisation relativement à notre problématique.	96
Tableau 22. Méthodes et outils de BPM pour recueillir, formaliser et spécifier les processus de la Supply Chain	97
Tableau 23. Méthodes et outils du Supply Chain Costing pour l'aide à la décision	98
Tableau 24. Méthodes et outils du Supply Chain Costing pour l'aide à la décision	99
Tableau 25. L'intégration et la structuration de l'information avec le système d'information des entités de la Supply Chain.....	99
Tableau 26. Démarche de généralisation des objets de recherche dans ASCI suivant le positionnement retenu.....	111
Tableau 27. Cas d'utilisation des formalismes ARIS et UML dans la méthodologie de modélisation.....	116
Tableau 28. Les cas d'utilisation pour le domaine des concepts et diagrammes ARIS et UML dans la méthodologie pour le domaine.	129
Tableau 29. Structuration de l'information décisionnelle issue des modèles d'action pour un système du domaine sous la forme de tableau de bord prospectif.....	138
Tableau 30. Les cas d'utilisation pour le domaine des concepts et diagrammes ARIS et UML dans la méthodologie pour le domaine.	139
Tableau 31. Synthèse du couplage des modèles d'action proposé dans l'approche PREVA.	168
Tableau 32. Signification de la valeur des coefficients.	172
Tableau 33. Formalisation des principaux indicateurs fournis par PREVA pour la prise de décision pour le Supply Chain Manager.	173
Tableau 34. Axe de performance et modèles d'action pour l'aide à la décision.....	174
Tableau 35. Niveau de granularité et utilité du modèle proposé.	175
Tableau 36. Cas d'utilisation des modèles d'action proposés sur le domaine des Supply Chains.....	178
Tableau 37. D'une suite APS à une suite ABS pour la Supply Chain.	181
Tableau 38. Les différents aspects des mises en œuvre de l'environnement de modélisation traitées dans ce chapitre.	189
Tableau 39. Localisation et activités des entités constituant la Supply chain de M	192
Tableau 40. Les différentes familles de produits et les différentes Business Unit de la Supply Chain de M coordonnées par un même processus logistique intégré.	198
Tableau 41. Les différents niveaux de granularité dans le modèle de connaissance de la Supply Chain de la firme..	200
Tableau 42. Caractéristiques du chaînage issu de PREVA	204
Tableau 43. Evaluation de la performance du flux physique (Global Supply Chain)	205
Tableau 44. Synthèse des résultats finaux	206
Tableau 45. Caractéristiques du chaînage proposé.....	207
Tableau 46. Résultat de l'optimisation globale des flux sur la Supply Chain.....	208
Tableau 47. Prix de vente/ Prix de cession avant partage de la valeur.	209

Tableau 48. Prix de vente / Prix de cession moyen après partage de la valeur.....	209
Tableau 49. Caractéristiques du modèle d'action proposé.....	210
Tableau 50. Position de la trésorerie d'après l'heuristique.....	210
Tableau 51. Position de la trésorerie par le modèle d'optimisation.....	211
Tableau 52. Données comparatives entre l'Hôtel Dieu et le Nouvel Hôpital d'Estaing.....	213
Tableau 53. Données initiales.....	224
Tableau 54. Caractéristiques du chaînage issu de PREVA.....	224
Tableau 55. Sélection des règles de gestion.....	225
Tableau 56. Instance du processus de modélisation pour la constitution d'outils d'aide à la décision pour l'organisation des pôles de soins.....	227
Tableau 57. Instance du processus de modélisation pour la constitution de l'outil d'aide à la décision pour l'organisation logistique du NHE.....	228
Tableau 58. Implications managériales des éléments constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC.....	234
Tableau 59. Implications théoriques des éléments constituant l'environnement de modélisation ASCI-SC.....	237
Tableau 60. Le couplage horizons temporels et approches de modélisation – Exemples.....	270
Tableau 61. Points forts et points faibles de l'environnement MODPROLI.....	273
Tableau 62. Points forts et points faibles de l'environnement TOVE.....	274
Tableau 63. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation pour les systèmes de la classe des Flow Shop Hybride Hiérarchisé.....	275
Tableau 64. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation issus de INPIM.....	276
Tableau 65. Points forts et points faibles de l'environnement de modélisation issus des travaux de (Cossard, 2004) sur le multi-sites.....	277
Tableau 66. Les attributs du paradigme positiviste (adapté de Tashakori et Teddie, 1998).....	283
Tableau 67. Les attributs du paradigme constructiviste (adapté de Tashakori et Teddie, 1998).....	284
Tableau 68. Les attributs du paradigme pragmatique (adapté de Tashakori et Teddie, 1998).....	285
Tableau 69. Les disponibilités des différentes usines sur les 12 prochains mois.....	299
Tableau 70. Exemple de plan industriel et commercial de la firme M.....	299
Tableau 71. La traçabilité des produits dans la supply chain de M.....	300
Tableau 72. Position des relations entre les Business Units dans la Supply Chain.....	300
Tableau 73. Normes de stock et stock initial de produits finis dans U11.....	301
Tableau 74. Le déclassement des produits de la firme M.....	302
Tableau 75. les prix des composants et des produits finis dans la Supply Chain de M.....	303
Tableau 76. Prix des plateformes et délai de paiement.....	303
Tableau 77. Délai de paiement des décaissements des autres charges du flux logistique de chaque usine.....	304
Tableau 78. L'impact des périodes précédentes sur le niveau de trésorerie des périodes à venir.....	304
Tableau 79. Trésorerie initiale et les modalités de son financement.....	305
Tableau 80. Description des circuits traversés lors du processus d'assemblage d'un produit sur une plateforme dans la business unit 5.....	307
Tableau 81. Description des circuits traversés pour le processus logistique dans la business Unit 5.....	307
Tableau 82. Les niveaux de granularité dans le modèle de connaissance de la Supply Chain de la firme M.....	307
Tableau 83. Pertinence de l'inducteur et niveau de granularité.....	311
Tableau 84. Trame des entretiens individuels réalisés en 2004 et 2005.....	319
Tableau 85. Objectifs et durée des entretiens de groupe.....	321
Tableau 86. Exemple d'un planning journalier actuel d'une aide soignante d'un service.....	322
Tableau 87. Exemple d'un planning journalier futur d'une aide soignante d'un service.....	323
<hr/>	
Algorithme 1. Une heuristique pour la planification opérationnelle.....	296

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	9
CHAPITRE 1 ETUDE DU DOMAINE : DES SUPPLY CHAINS AUX ENJEUX DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	17
1. INTRODUCTION.....	18
2 RADIOGRAPHIE DES SUPPLY CHAINS	18
2.1. Une approche des Supply Chains par ses flux.....	19
2.2 Le réseau Supply Chain.....	20
2.2.1 Les entités physiques du réseau.....	21
2.2.2. Réseau hiérarchique versus réseau inter-entreprises	22
2.3 Supply Chain versus Chaîne de valeur	24
2.3.1 Les processus dans la Supply Chain.....	24
2.3.2. Le processus logistique dans la Supply Chain.....	25
2.3.3. Agencement des processus de la Supply Chain sous la forme de chaîne de valeur.....	27
2.4 Synthèse	28
3. LE CARACTERE TRANSDISCIPLINAIRE DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	30
3.1. Les fondements du SCM.....	30
3.2. Les modèles de SCM issus de Supply Chain 2000.....	31
3.3. Les composants et éléments décisionnels clefs du SCM	32
3.4. Approche du SCM issue de la Recherche Opérationnelle	33
3.5. Du découplage des fonctions de l'entreprise au découplage des disciplines académiques : le processus intégratif du SCM.....	34
4. AIDE A LA DECISION DANS UN CONTEXTE DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	35
4.1 Planification stratégique.....	36
4.1.1. Conception du réseau physique Supply Chain et de l'infrastructure associée	36
4.1.2. Sélection du mode de coordination entre les entités physiques de la Supply Chain.....	37
4.1.3 Stratégies de fonctionnement du réseau	38
4.1.4 Traduction des planifications stratégiques du flux physique en éléments de flux financier	39
4. 2. Planification tactique.....	40
4.2.1. Collaboration dans la Supply Chain et planification tactique des flux à partir de la demande	40
4.2.2. Traduction des planifications tactiques du flux physique en éléments de flux financiers	42
4. 3. Planification opérationnelle	44
4.3.1 Collaboration dans la Supply Chain et planification opérationnelle.....	44
4.3.2. Traduction des planifications opérationnelles en éléments de flux financiers.....	46
4.4. Synthèse	48
5 LES OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LA SUPPLY CHAIN	49
5.1 L'intégration fonctionnelle des outils d'aide à la décision pour le SCM	50
5.1.1 Les applications transactionnelles	50
5.1.2 Les applications analytiques.....	50
5.1.3. Intégration des différentes briques applicatives en contexte SCM	52
5.2. L'intégration inter-organisationnelle et inter-activités des outils d'aide à la décision pour le SCM	52
6. CONCLUSION.....	55

CHAPITRE 2 METHODES ET OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT : ANALYSE DE L'EXISTANT. 59

1. INTRODUCTION.....	60
2. METHODES ET OUTILS DE BPM POUR RECUEILLIR, FORMALISER ET SPECIFIER LES PROCESSUS DE LA SUPPLY CHAIN.....	62
2.1 <i>Le Recueil de la connaissance</i>	63
2.2. <i>La formalisation de la connaissance : production d'un modèle de connaissance des processus organisationnels pour la spécification logicielle.....</i>	64
2.2.1. Les approches de modélisation	65
2.2.1.1. Les approches générales pour la modélisation des processus d'entreprise	66
2.2.1.2. Les approches spécifiques pour la modélisation des processus décisionnels	67
2.2.2. Les méthodes de modélisation pour le BPM.....	68
2.2.3. Les méthodologies de modélisation pour le BPM.....	69
2.3. <i>L'utilisation multiple des modèles de connaissance issus d'une approche de BPM</i>	71
3. OUTILS ET METHODES DU SUPPLY CHAIN COSTING POUR L'EVALUATION DES PERFORMANCES	72
3.1. <i>La problématique générale de la performance dans le cadre du Supply Chain Costing.....</i>	73
3.2. <i>Les différents axes d'évaluation de la Supply Chain dans le Supply Chain Costing.....</i>	75
3.1.1. L'indicateur de performance : une traduction du suivi de la stratégie au niveau opérationnel	76
3.1.2. Les caractéristiques d'un système d'indicateurs de performance pour la Supply Chain	78
3.3. <i>L'intégration des modèles de type ABC pour l'évaluation de l'efficacité du flux financier dans le Supply Chain Costing</i>	79
3.3.1. Principe de fonctionnement de la méthode ABC	80
3.3.2. Intérêt de l'approche ABC pour l'évaluation monétaire des activités de la Supply Chain.	82
3.3.3. Exemple de couplage de modèle ABC avec le Target Costing pour une aide à la décision basée sur l'expertise humaine pour le SCM.....	83
3.4. <i>Limites et Synthèse des prescriptions du Supply Chain Costing.....</i>	84
4. SIMULATION ET OPTIMISATION DES PROCESSUS EN CONTEXTE SCM.....	85
4.1. <i>Une grille de lecture pour les problèmes d'aide à la décision.....</i>	86
4.2. <i>Analyse des modèles prescriptifs existants intégrant les flux financiers pour le Supply Chain Management</i>	87
4.3. <i>Modèles descriptifs intégrant le flux financier pour le Supply Chain Management.....</i>	90
4.4. <i>Synthèse</i>	92
5. STRUCTURATION DE L'INFORMATION DECISIONNELLE EN CONTEXTE SCM.....	93
6. ENVIRONNEMENTS DE MODELISATION POUR LA SUPPLY CHAIN.....	95
7. CONCLUSION.....	97

CHAPITRE 3 PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION. 103

1. INTRODUCTION.....	104
2. UN CADRE CONCEPTUEL POUR CONCEVOIR UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION TRANSDISCIPLINAIRE ...	105
2.1. <i>Le composant méthodologique ASCI.....</i>	105
2.2. <i>Intégration d'une vue paradigme dans le composant méthodologique pour la production d'objets de recherche transdisciplinaires.....</i>	108
2.3. <i>Déroulement de la démarche ASCI suivant divers paradigmes utilisés en Sciences de Gestion.....</i>	110
2.3.1 Du Paradigme positiviste au paradigme post-positiviste et déroulement du projet de recherche avec le méta-modèle méthodologique ASCI	111
2.3.2. Paradigme constructiviste et déroulement du projet de recherche avec le méta-modèle méthodologique ASCI ...	112
2.3.3. Paradigme pragmatique et déroulement du projet de recherche avec ASCI.....	113
3. UNE METHODOLOGIE DE MODELISATION PAR PROCESSUS MULTIPLES ET INCREMENTIELS.....	114
3.1 <i>Approche de modélisation par processus multiples et incrémentiels.....</i>	116
3.1.1 Caractérisation d'un processus générique élémentaire	117

3.1.2. Un Processus multiple et incrémentiel (Pmi)	118
3.2 Le positionnement retenu pour la méthodologie par processus multiples et incrémentiels.....	119
4. LA MODELISATION DU DOMAINE.....	120
4.1. Méthode d'analyse et de spécification pour la construction du modèle générique de connaissance.....	120
4.1.1 Similarité et complémentarité entre l'approche par les processus et l'approche transaction	120
4.1.2 Passage de l'approche transaction à l'approche station	122
4.1.3 Le modèle de connaissance générique	122
4.2. Construction des modèles génériques de conception et d'implantation.....	124
4.2.1 Passage du modèle de connaissance au modèle de conception pour l'évaluation de processus.....	125
4.2.1.1 Filtrage et évaluation de performance	125
4.2.1.2 Dérivation et évaluation des performances	126
4.2.2 Construction du modèle d'implantation.....	127
4.3. ARIS et UML dans la méthodologie.....	129
5. LE PROCESSUS DE MODELISATION D'UN SYSTEME DU DOMAINE	129
5.1 Présentation générale du processus de modélisation	130
5.2 Analyse du système	131
5.3. Spécification du système	134
5.4. Conception et Implantation du modèle d'action	136
5.5 Conception et Implantation du modèle de Résultats.....	136
5.6 Analyse des résultats de l'étude et prise de décisions	138
5.7 ARIS, UML et le processus de modélisation d'un système	139
6. CONCLUSION.....	139
 CHAPITRE 4 APPLICATION DE LA METHODOLOGIE DE MODELISATION AU DOMAINE DES SUPPLY CHAIN POUR LA CONSTITUTION DE SUITES LOGICIELLES DE TYPE ADVANCED BUDGETING AND SCHEDULING.....	 141
1. INTRODUCTION.....	143
1. INTRODUCTION.....	143
2. APPROCHE SYSTEMIQUE D'UNE SUPPLY CHAIN.....	144
2.1 Décomposition systémique avec une approche par processus multiples et incrémentiels.....	144
2.2 Processus et systèmes de la Supply Chain.....	146
3. ANALYSE ET SPECIFICATION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	148
3.1 Structuration et spécification du Sous-Système Logique	148
3.2 Structuration et Spécification du Sous-Système Physique	152
3.3 Structuration et Spécification du Sous-Système Décisionnel.....	154
3.3.1 Le processus logistique intégré dans la Supply Chain.....	154
3.3.2 La structure du sous-système décisionnel	156
3.4. Liens entre les trois sous-systèmes et modèle de connaissance	158
3.5. Spécification du comportement des objets à l'aide des processus multiples et incrémentiels.....	159
4. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES GENERIQUES D'ACTION POUR L'EVALUATION DU PROCESSUS LOGISTIQUE POUR LE SCM : L'APPROCHE PREVA.....	163
4.1 Principe fonctionnel de l'approche PREVA (PRocess EVALuation)	163
4.2. Chaînage des modèles d'action pour l'évaluation financière du processus logistique suivant les horizons décisionnels.....	165
4.3 Proposition d'un modèle analytique générique pour l'évaluation de la création de valeur financière du processus logistique.....	168
4.3.1. Principe de construction du modèle analytique pour l'évaluation des flux financiers	169
4.3.1.1 Les critères de marge ABC	169
4.3.1.2. Les cash flow	171
4.3.1.3 le potentiel de marge ABC.....	171

4.3.2 Formalisation des flux financiers	172
4.4 Synthèse de l'approche PREVA et structuration de d'information sous la forme de tableaux de bord décisionnels.....	172
5. CONCEPTION ET IMPLANTATION DE MODELES D'OPTIMISATION POUR LE PROCESSUS LOGISTIQUE DE LA SUPPLY CHAIN.....	174
5.1. Un programme linéaire pour l'optimisation des cash flow d'une business unit de la Supply Chain au niveau opérationnel.....	174
5.2 Un chaînage de programmes linéaires pour l'optimisation et le partage des cash flow de la Supply Chain au niveau tactique.....	175
6. SYNTHÈSE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA METHODOLOGIE DE MODELISATION POUR LA CONCEPTION ET L'IMPLANTATION DE MODELES D'ACTION POUR LE DOMAINE DES SUPPLY CHAIN.....	177
7. LES CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT ASCI-SC POUR LA CONSTRUCTION D'UNE SUITE LOGICIELLE DE TYPE ABS.....	178
7.1 L'environnement de modélisation ASCI-SC	178
7.2 Les caractéristiques d'une suite logicielle de type Advanced Budgeting and Scheduling (ABS)	180
7.2.1. Définition et cas d'utilisation d'une suite logicielle de type ABS pour le Supply Chain Management.....	180
7.2.2. Composants logiciels de l'ABS	181
CONCLUSION	183
CHAPITRE 5 MISE EN OEUVRE DE L'ENVIRONNEMENT ASCI-SC	187
1. INTRODUCTION.....	188
2. SYNTHÈSE DE LA METHODOLOGIE ET DU PROCESSUS DE MODELISATION D'UNE SUPPLY CHAIN.....	189
3. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR UNE SUPPLY CHAIN INDUSTRIELLE	190
3.1. Problématique et enjeux de la Supply Chain de la firme M.....	190
3.1.1. Le mode de coordination des activités	191
3.1.2. Le processus logistique et du flux de produit dans la Supply Chain de M	192
3.1.3. Le flux financier dans la Supply Chain de M.....	193
3.1.4. Le processus de modélisation de la Supply Chain de M	193
3.2. Analyse et Spécification pour la conception du modèle de connaissance de la Supply Chain de M	195
3.2.1. Le sous-système logique de la Supply Chain de M.....	195
3.2.1.1 Les liens entre les flux physiques et financiers dans la Supply Chain de M	196
3.2.1.2.Elaboration du schéma logique de la circulation des flux	196
3.2.1.3. Spécifications de la circulation des flux dans la Supply Chain de M avec une approche par processus multiples et incrémentiels.....	199
3.2.2. Le sous-système physique de la Supply Chain de M	200
3.2.3. Le sous-système décisionnel de la Supply Chain de M et le processus de programmation de la charge de la Supply Chain.....	201
3.2.4. Spécification des activités de transformation du processus logistique de la Supply Chain de M pour la programmation de la charge.....	203
3.3. Conception et Implantation de modèles d'action et de résultats pour la sélection de planning collaboratifs à partir de l'approche PREVA	204
3.3.1. Caractéristiques de la démarche	204
3.3.2. Résultats.....	205
3.4. Conception et Implantation de modèles d'action pour un planning collaboratif tactique de la Supply Chain permettant une maximisation globale des cash flow et un partage de la valeur.....	207
3.4.1. Caractéristiques de la démarche	207
3.4.2. Résultats.....	207
3.5. Conception et Implantation de modèles d'optimisation pour un planning opérationnel en fonction du niveau de cash flow sur un site de production.....	209
3.5.1. Caractéristiques de la démarche	210
3.5.2. Solution donnée par l'heuristique	210
3.5.3. Résultats du modèle mathématique	211
3.6. Conclusion sur la mise en œuvre de l'environnement ASCI-SC sur une Supply Chain Industrielle	212

4. MISE EN ŒUVRE DU PROCESSUS DE MODELISATION SUR LA SUPPLY CHAIN HOSPITALIERE DU NOUVEL HOPITAL ESTAING	212
4.1 <i>Problématique et enjeux</i>	213
4.1.1. La Supply Chain du NHE	213
4.1.2. L'atelier de modélisation : objectifs, moyens et compétences mis en place	214
4.2. <i>La phase d'analyse</i>	216
4.3. <i>Spécification des modèles de connaissance</i>	217
4.4. <i>Conception et Implantation de modèles d'action et de modèles de résultats</i>	221
4.4.1. Passage des modèles de connaissance du NHE aux modèles d'action et de résultats	221
4.4.2. Exemple d'utilisation sur une unité de consultation ambulatoire.....	222
4.4.2.1. Passage du modèle de connaissance au modèle d'action de l'UCA	222
4.4.2.2. Tableaux de bord décisionnels	225
4.5. <i>Conclusion sur le processus de modélisation de la Supply Chain du NHE</i>	226
5. CONCLUSION DU CHAPITRE.....	229
CONCLUSION GENERALE	231
BIBLIOGRAPHIE	241
ANNEXES.....	263
TABLE DES FIGURES	329
TABLE DES TABLEAUX ET ALGORITHMES.....	335

Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels : application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain..

L'étude de la littérature montre que l'aide à la décision pour la Supply Chain (SC) ignore l'évaluation des flux financiers. Cette thèse propose une approche transdisciplinaire permettant l'évaluation des flux physiques et financiers de la SC. Nous proposons une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentiels ainsi qu'un environnement de modélisation qui ont pour but d'évaluer flux physiques et financiers d'une SC. L'évaluation de la performance est réalisée par un modèle générique décisionnel combinant modèles du contrôle de gestion et couplages de modèles de simulation et d'optimisation. La mise en oeuvre de ces modèles se matérialise par une suite logicielle appelée Advanced Budgeting and Scheduling (ABS) qui constitue, par l'intégration des flux financiers dans l'aide à la décision, une évolution dans les logiciels pour la SC. Nous concevons deux ABS, l'un pour une SC industrielle d'une multinationale, l'autre pour la SC du Nouvel Hôpital d'Estaing.

Mots clefs : Supply Chain Management, Supply Chain, Business Process Management, Activity Based Costing, Flux Financier, ABS, système de production de biens et de services, méthodologie de modélisation.

A modelling methodology by multiple and incremental processes: application for supply chain performance evaluation.

Literature study shows that Supply Chain (SC) aid decision tools does not take into account financial flow evaluation. Our works propose a multi disciplinary approach in order to evaluate SC physical and financial flows. A modelling methodology, which uses multiple and incremental processes, and a software modelling environment are proposed in order to evaluate SC physical and financial flows. Performance evaluation is done thanks to a generic decisional model which combines costing management approaches with operational research models (Discrete event simulation and Optimization models are used and coupled). The implementation of these models on a real supply chain is done thanks to software suites that are called Advanced Budgeting and Scheduling (ABS), which constitutes, thanks to financial flow integration an evolution in SC software. Two ABS are done: one for a company SC, the other one for a Hospital Supply Chain.

Key words : Supply Chain Management, Supply Chain, Business Process Management, Activity Based Costing, Financial flow, Advanced Budgeting and Scheduling, modelling methodology.